

MUDANÇAS CLIMÁTICAS: A RELAÇÃO ENTRE CARBONO E ÁGUA NA AGRICULTURA

III CONFERÊNCIA REGIONAL
SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS:
AMÉRICA DO SUL
04 A 08 DE NOVEMBRO DE 2007
SÃO PAULO

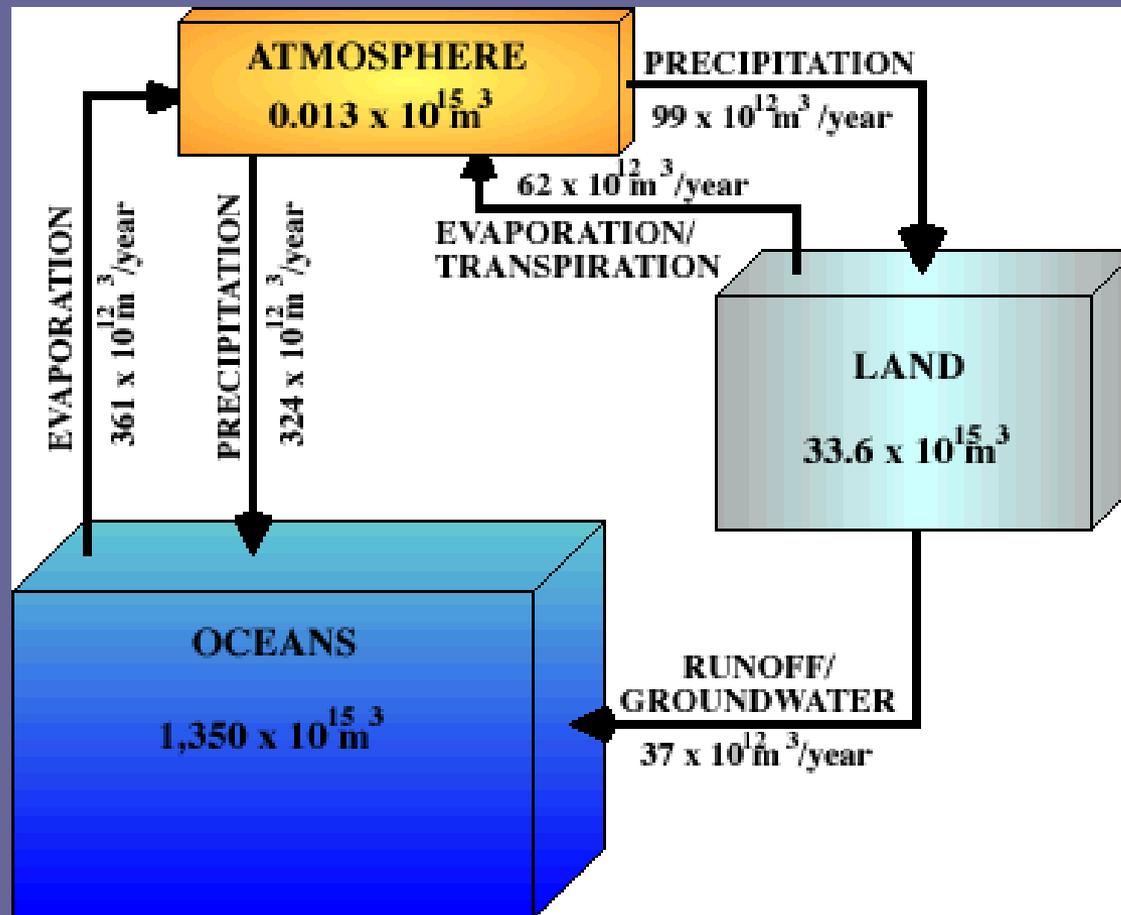


Luiz Cláudio Costa (l.costa@ufv.br)
Departamento de Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Viçosa

Esquema da apresentação

- **Introdução**
- **Fotossínteses e transpiração: O dilema das plantas**
- **Desafios**
- **Resultados**
- **Conclusões**

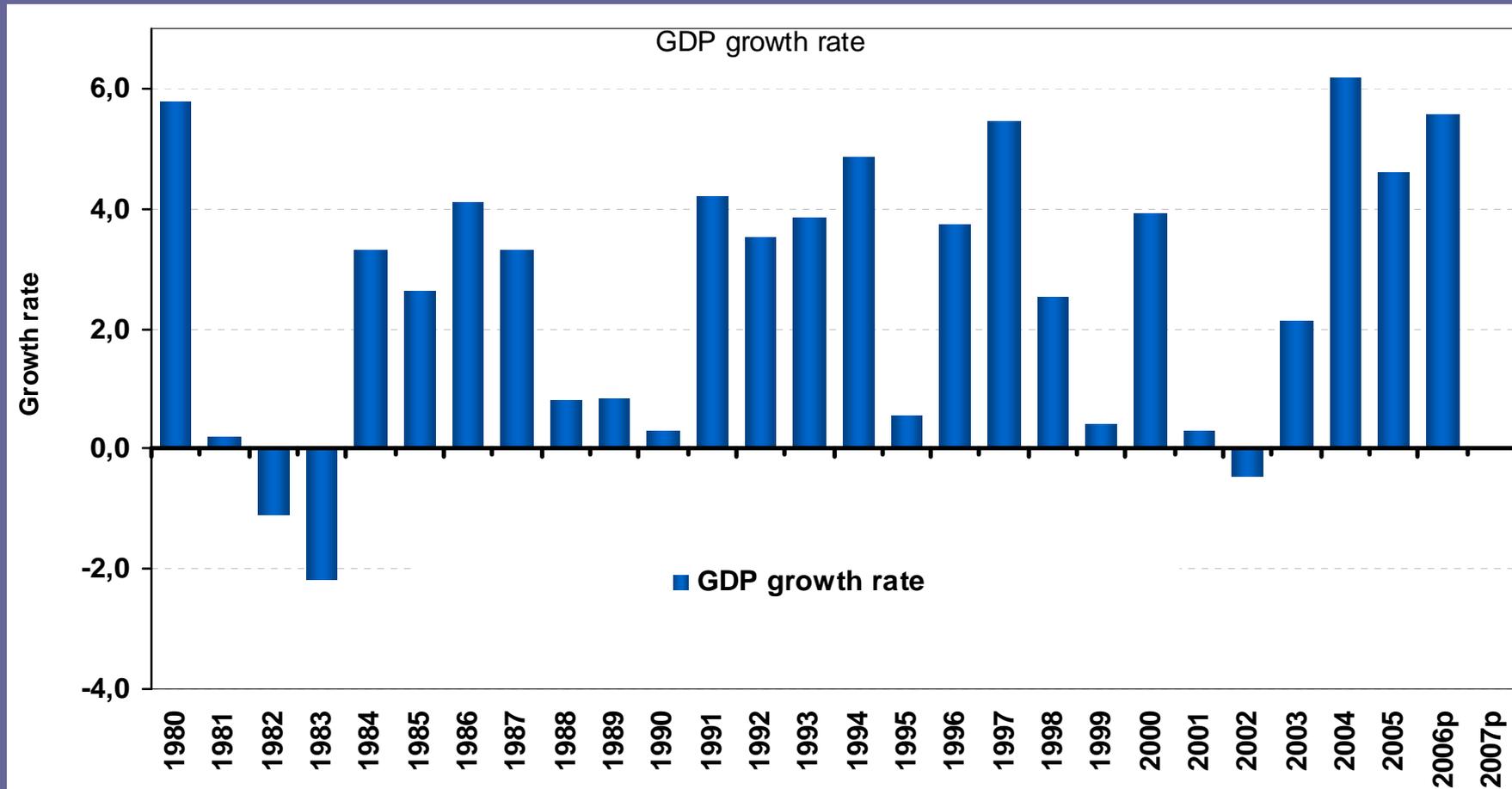
DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO SISTEMA SOLO-PLANTA-ATMOSFERA



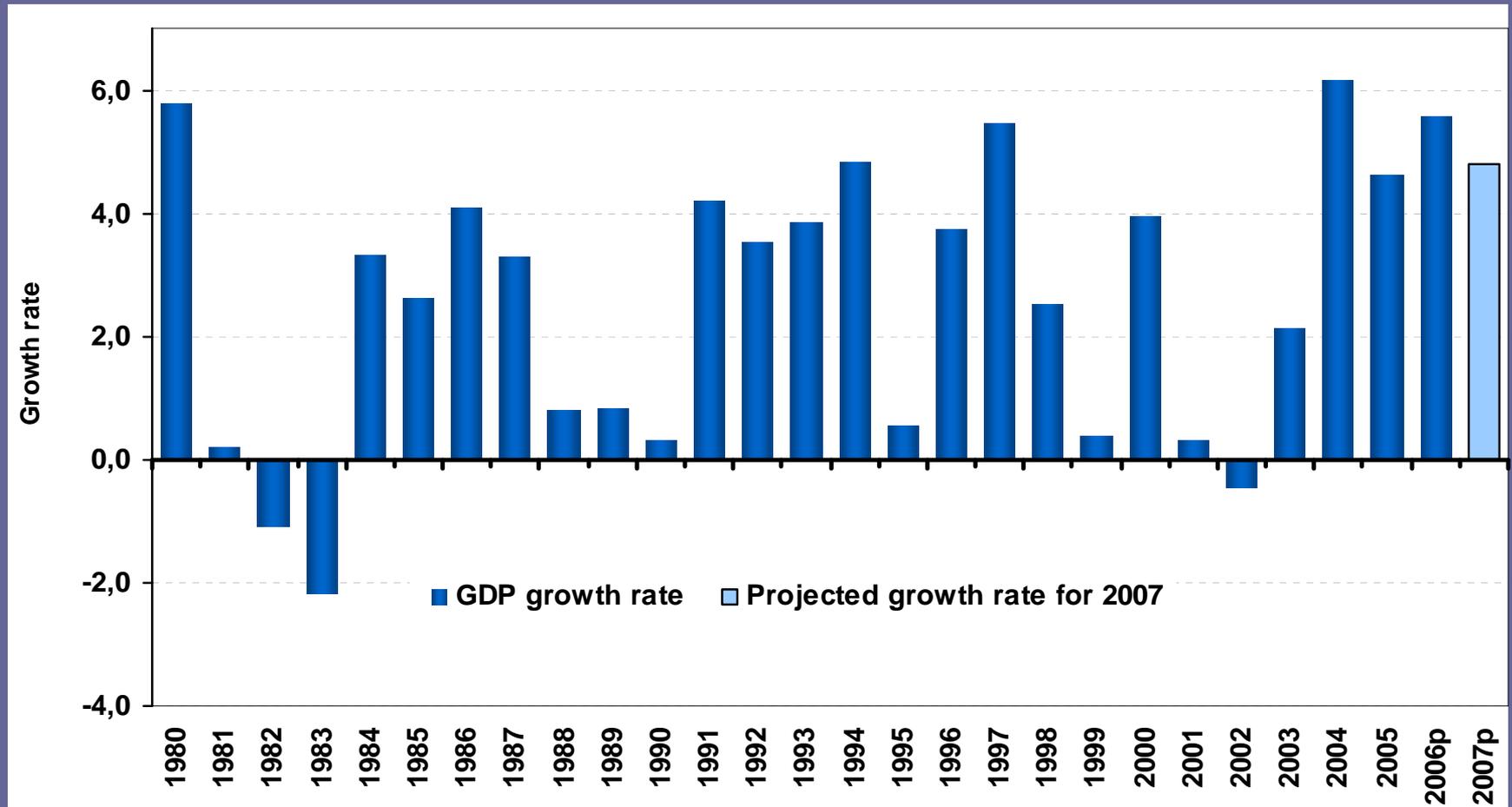
Água e carbono em cenário de Mudanças Climáticas

- O mundo vive uma “crise global de água” devido ao uso insustentável da água. Atualmente existem sistemas altamente vulneráveis a pequenas variações na disponibilidade de água.
- Em nível global a disponibilidade de água excede, em muito as múltiplas necessidades humanas. Contudo, as projeções indicam que ao final do século XXI a demanda de água vai superar a oferta.
- Regionalmente, em diversas partes do mundo, a demanda de água para agricultura, uso doméstico e industrial, já excede a oferta (Vörösmarty *et al.*, 2000).
- Tal situação vai se tornar ainda mais grave com o aumento da população, mudanças do uso do solo, mudanças da demanda de água pela sociedade e a necessidades ambientais.

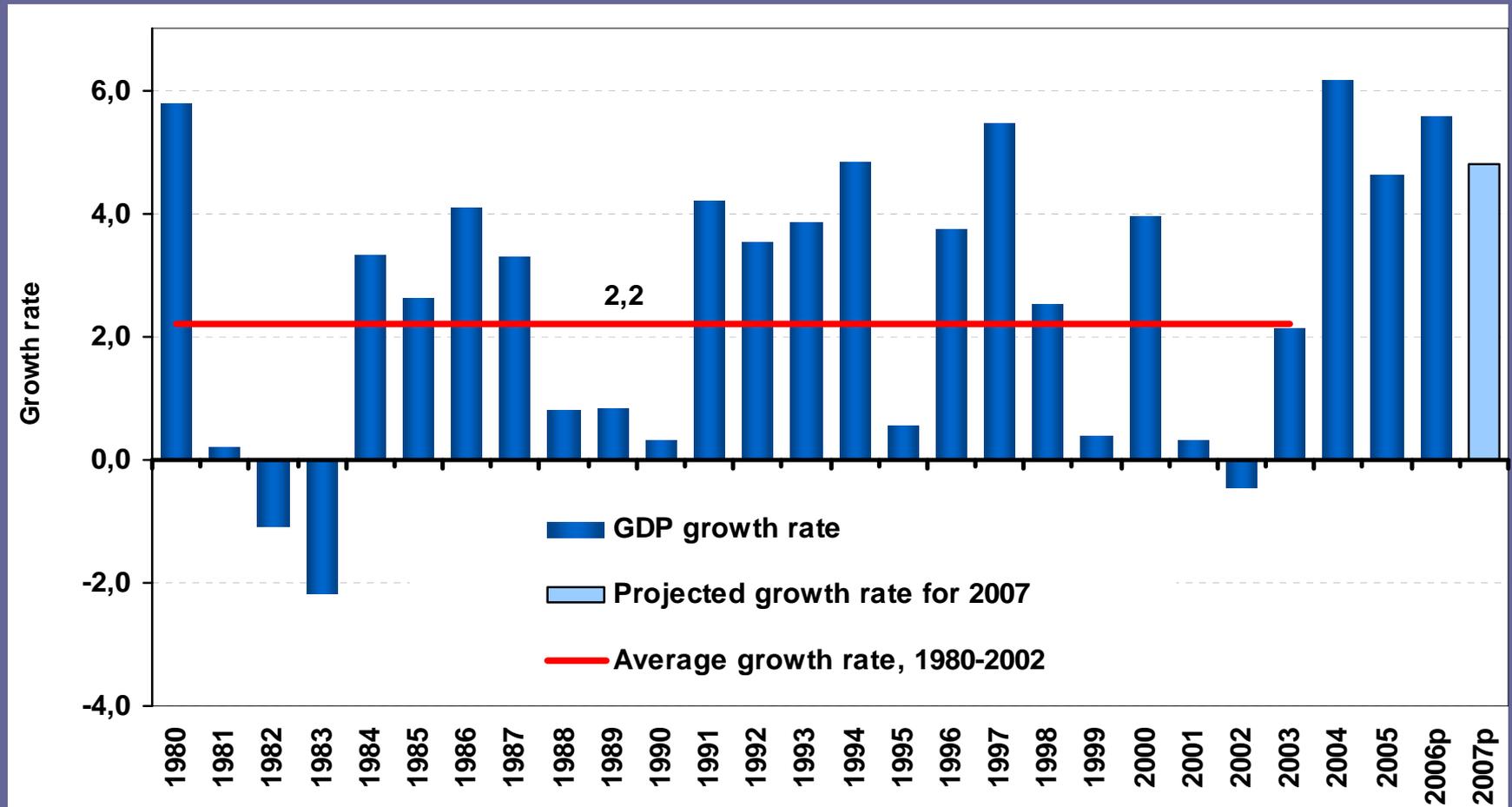
Crescimento: Demanda de água e emissão de CO₂



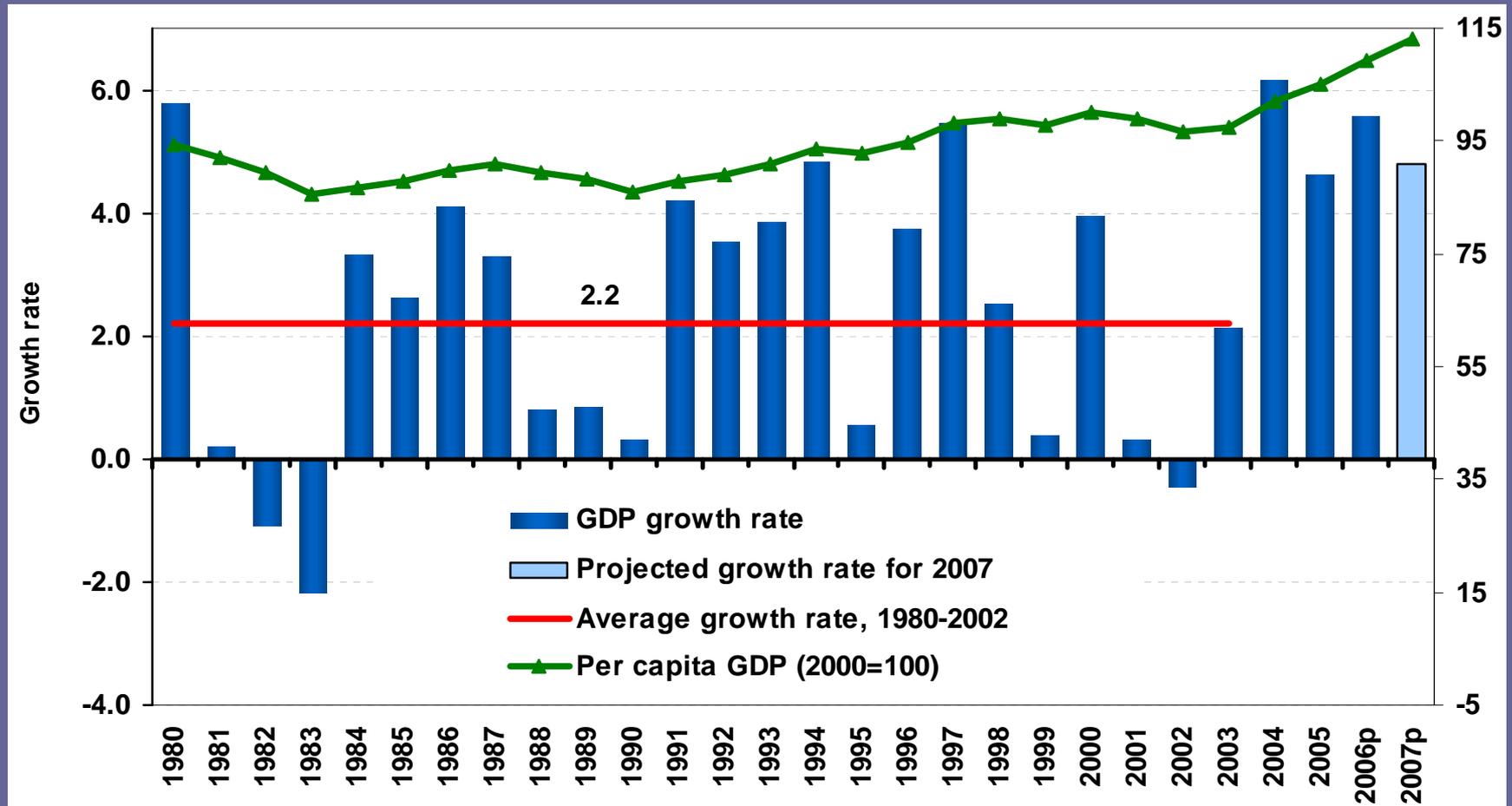
Crescimento: Demanda de água e emissão de CO₂



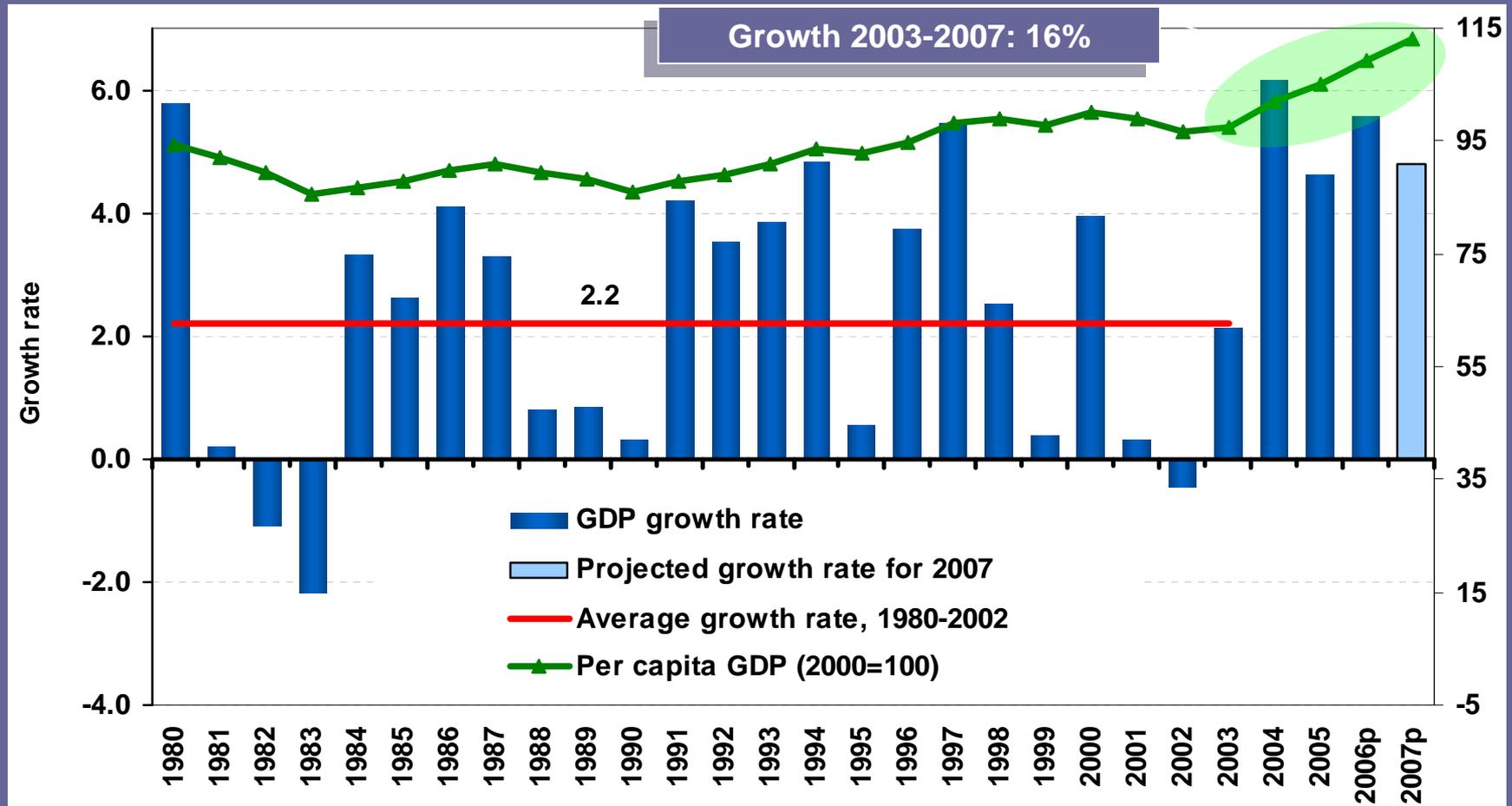
Crescimento: Demanda de água e emissão de CO₂



Crescimento: Demanda de água e emissão de CO₂



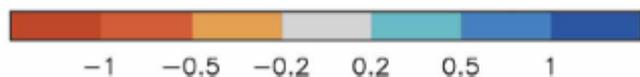
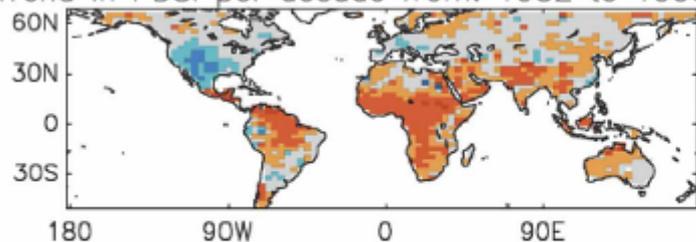
Crescimento: Demanda de água e emissão de CO₂



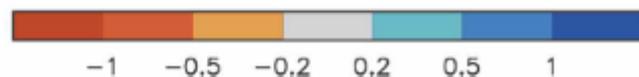
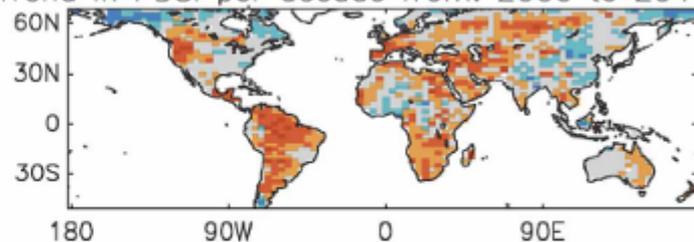
Água e carbono em cenário de Mudanças Climáticas

- O ciclo global da água é extremamente sensível à vegetação. Cerca de 80% da superfície da terra é coberta com vegetação que demanda acesso a grande quantidade de água.
- As plantas exercem um papel fundamental no ciclo global da água por meio da dinâmica da condutância estomática e cobertura do solo.
- Mais de 40% dos ecossistemas terrestres são fortemente limitados pela disponibilidade de água (Nemani *et al.*, 2003).

(a) Trend in PDSI per decade from: 1952 to 1998



(b) Trend in PDSI per decade from: 2000 to 2046



(c) Trend in PDSI per decade from: 2050 to 2096

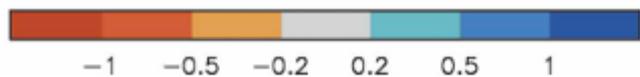
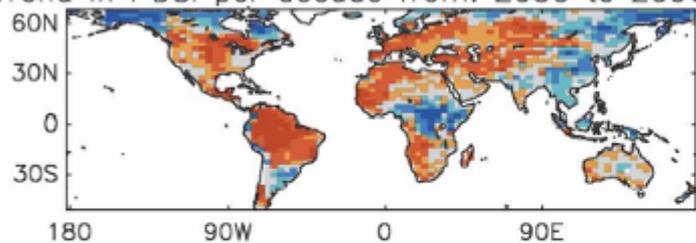


FIG. 8. The trend in the PDSI-PM per decade for (a) ALL-A; (b) the ensemble mean of the first half of the twenty-first century projected by SRES A2; and (c) the ensemble mean of the second half of the twenty-first century projected by SRES A2.

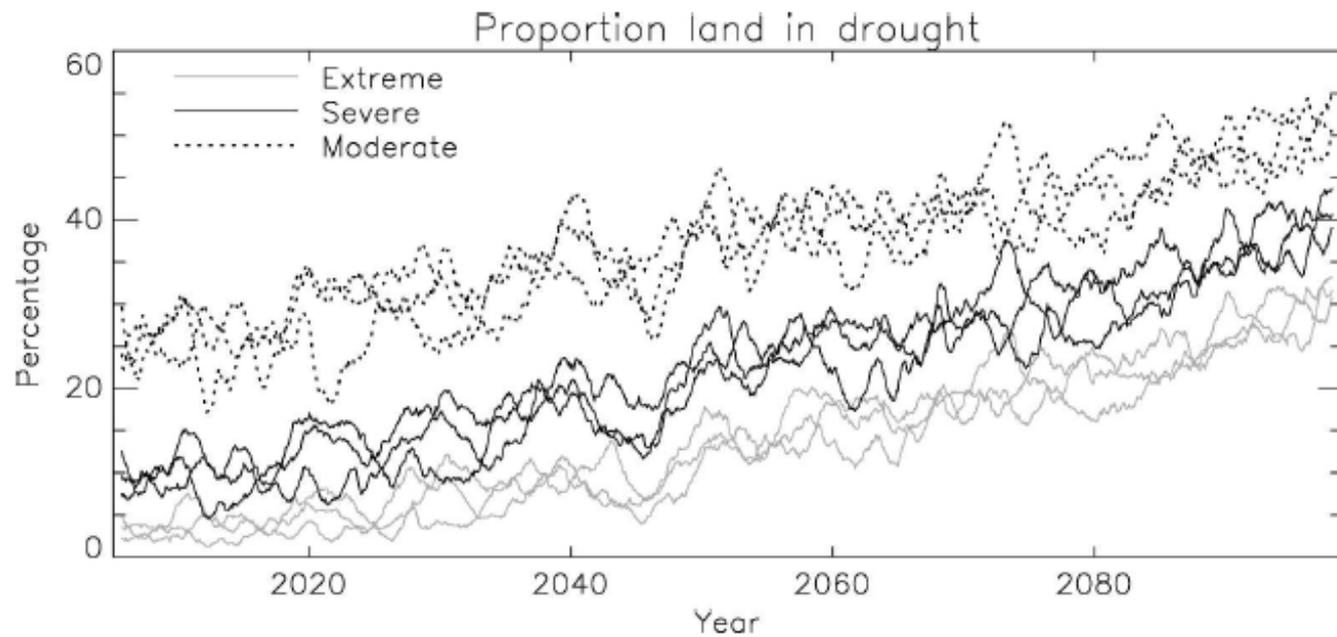
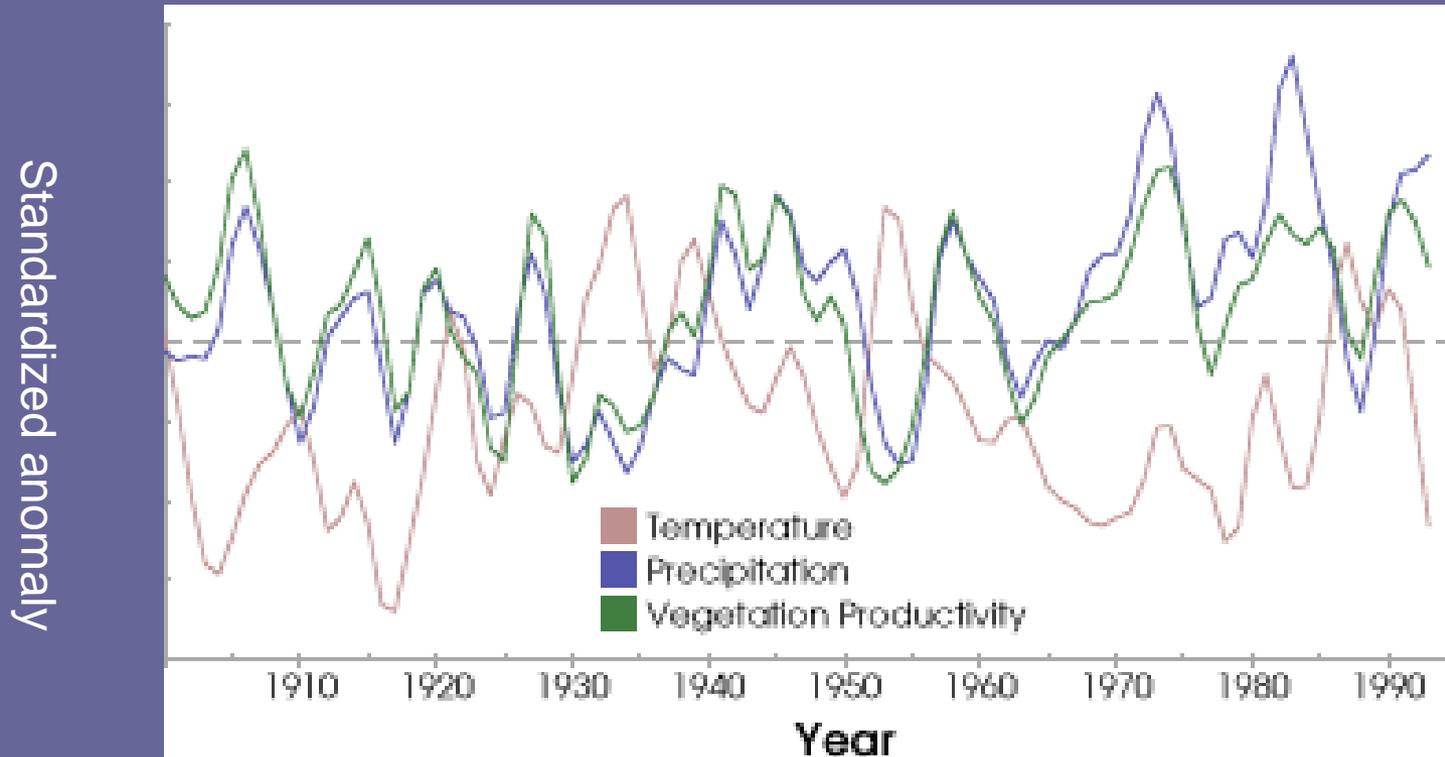


FIG. 9. The proportion of the land surface in drought each month. Drought is defined as extreme, severe, or moderate, which represents 1%, 5%, and 20%, respectively, of the land surface in drought under present-day conditions. In each case results from the three simula-

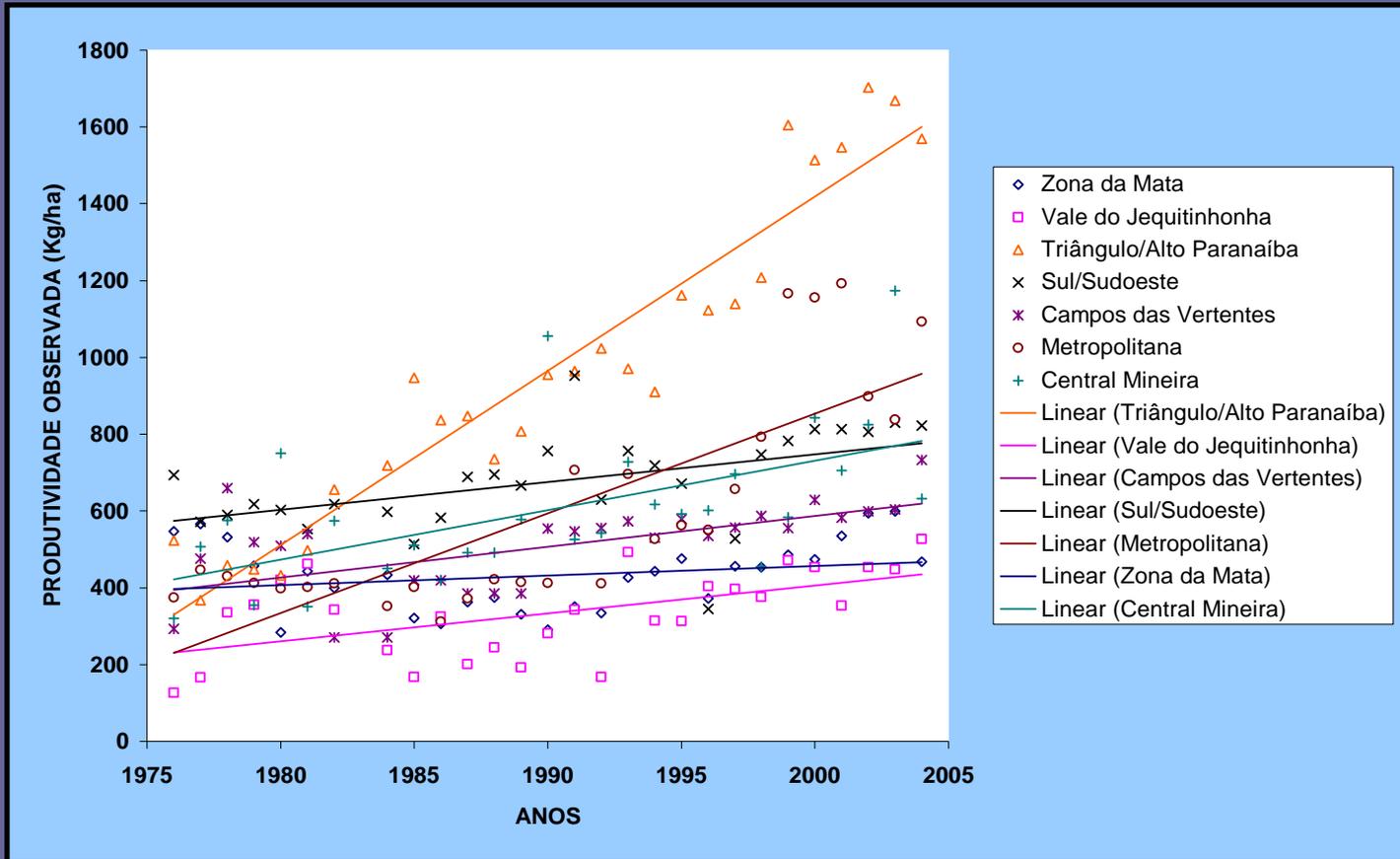
Burke et al., 2006

Água e Carbono

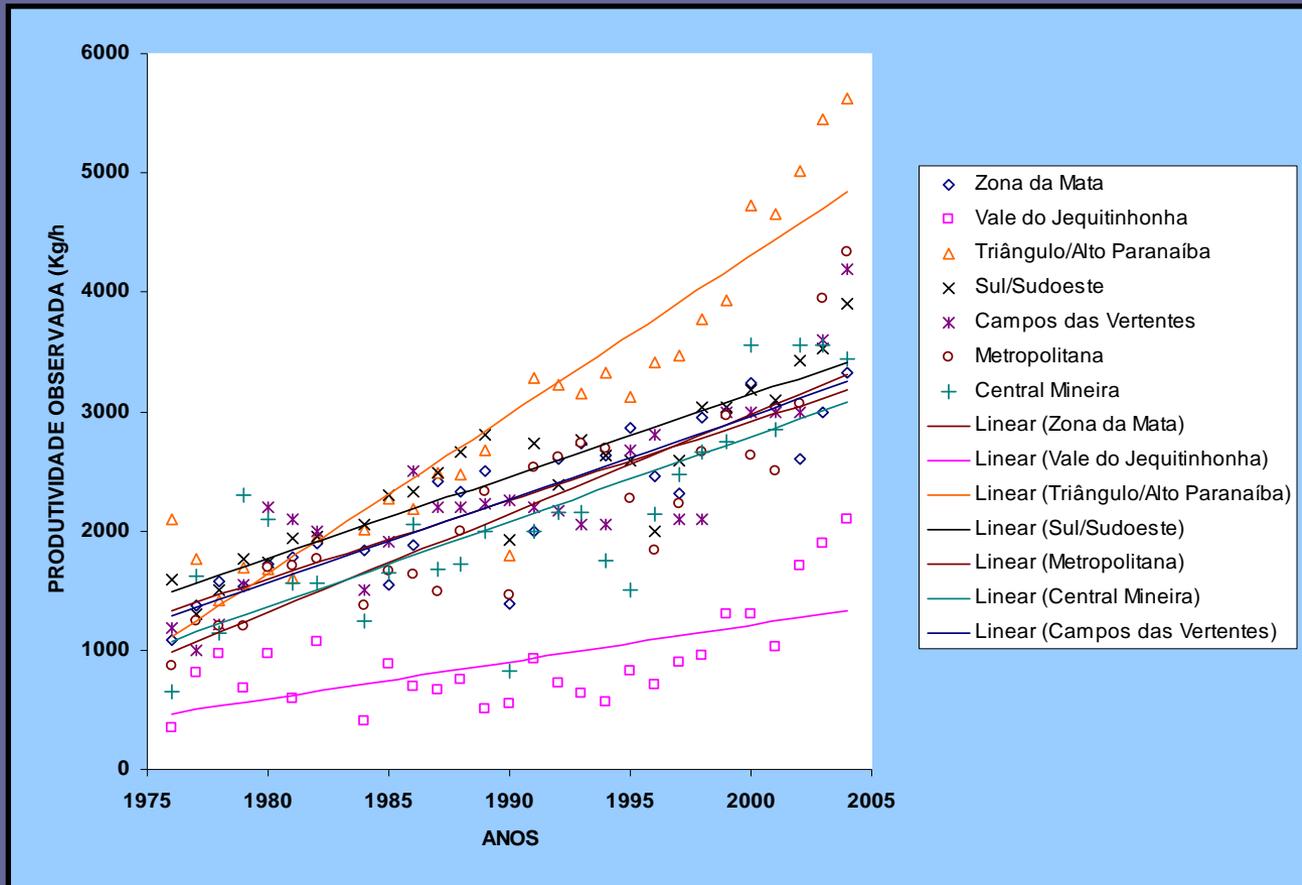


Nemani et al.,2002

Tendência Tecnológica - Feijão



Tendência Tecnológica - Milho



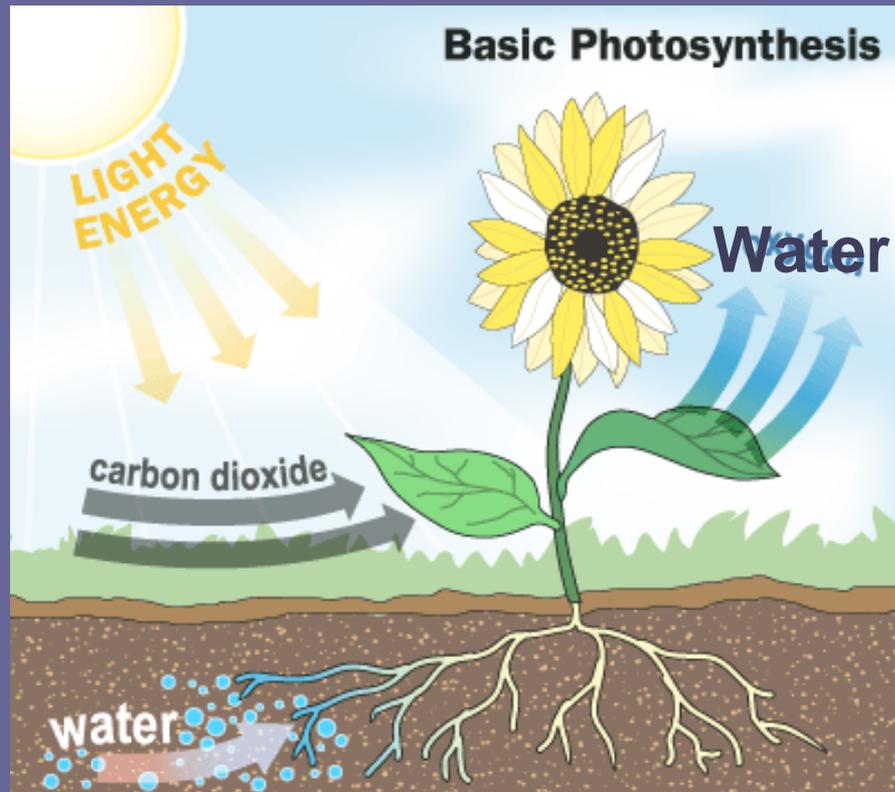
Água e Carbono

- Tais resultados ilustram o potencial do balanço de água no solo ser utilizado como indicador do potencial dos sistemas agrícolas na captura de carbono
- Apesar da ligação entre disponibilidade de água e crescimento de plantas parecer obvio, existem complexos fenômenos que otimizam a relação entre água e produtividade agrícola.

Água e carbono em cenário de Mudanças Climáticas

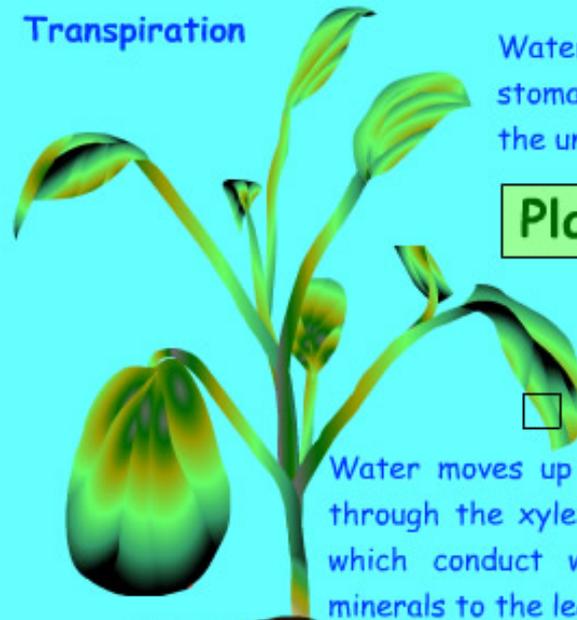
- O aumento da concentração de CO₂ na atmosfera favorece a produtividade das culturas, em especial as culturas C₃.
- O aumento da temperatura, média e extremos, e alteração no regime de chuvas pode contrabalançar tal efeito (Costa et al., 2007; Challinor et al., 2007).
- A interação CO₂ e clima também ocorre na relação fotossínteses e uso eficiente da água. O aumento da concentração de CO₂ reduz a condutância estomatal (Sitch et al., 2007).
- **“Forçante fisiológica do clima”** (Betts et al., 2007).

ÁGUA E CARBONO NO SISTEMA SOLO-PLANTA-ATMOSFERA



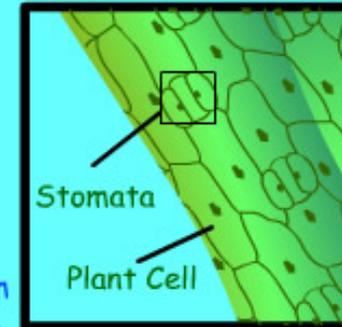
ÁGUA E CARBONO NAS PLANTAS

Transpiration



Water vapor escapes through open stoma (singular = stomata), mainly on the undersides of leaves.

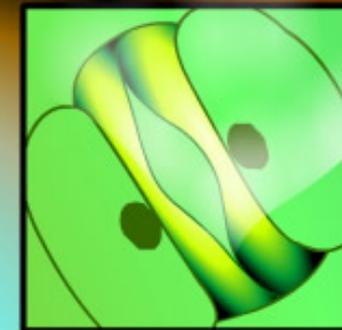
Play



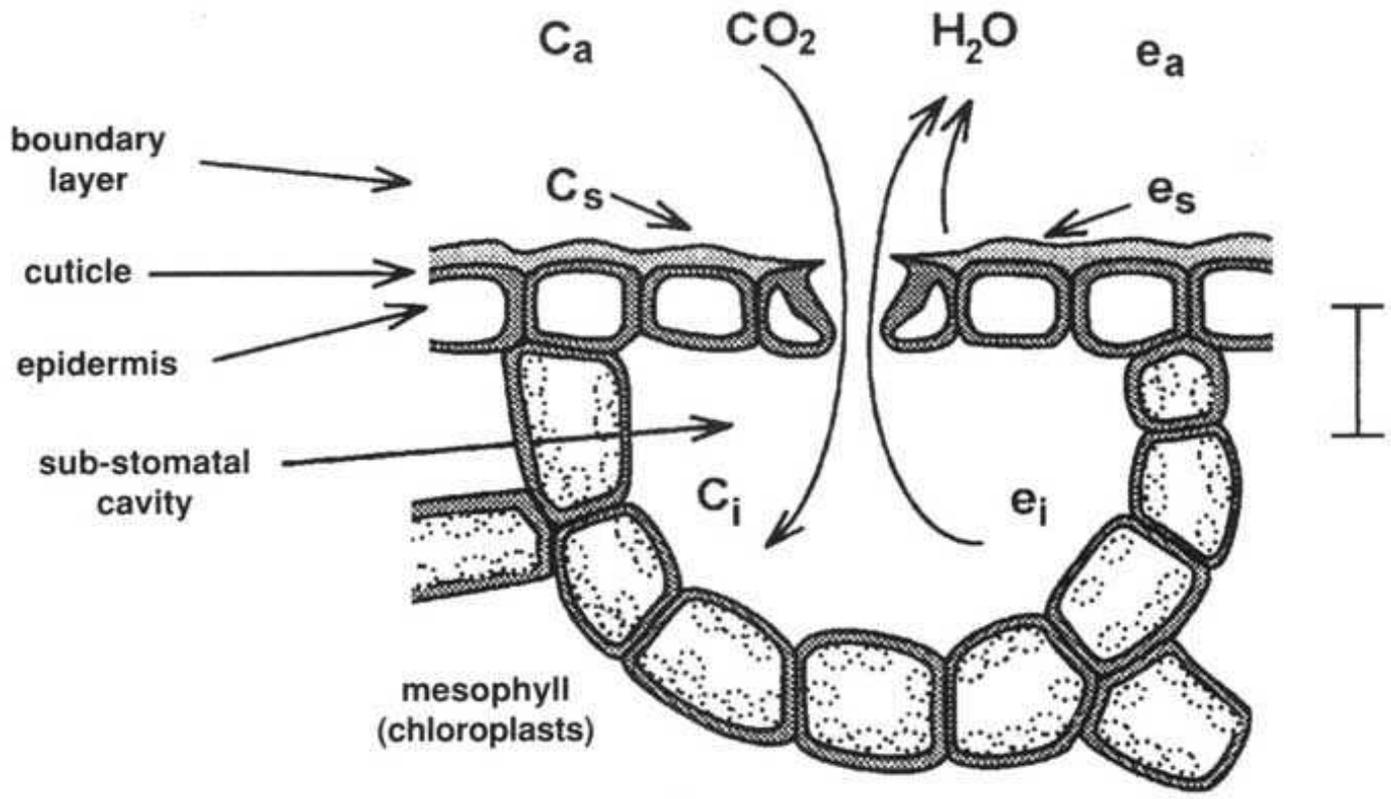
Water moves up the stem through the xylem vessels, which conduct water and minerals to the leaves.



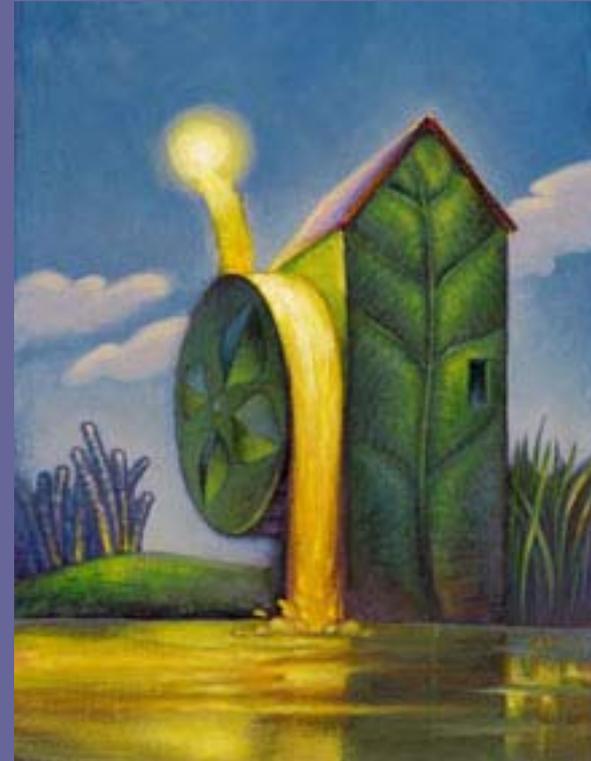
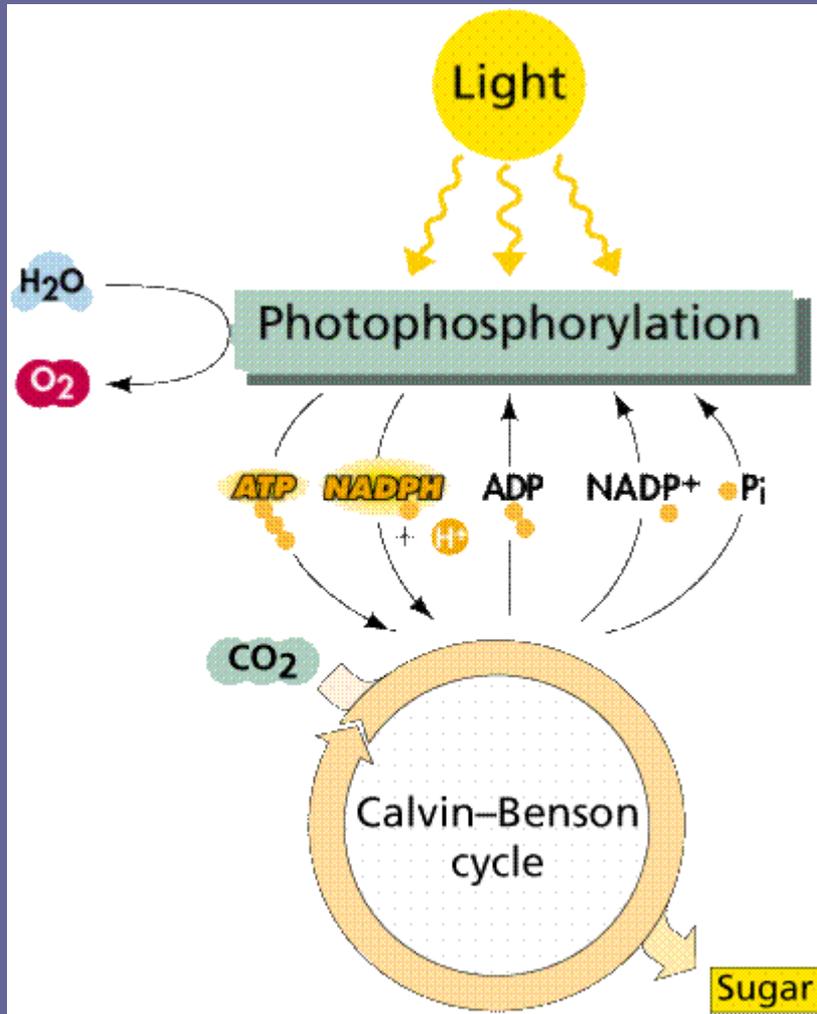
Guard cells open, creating a pore through which water vapor can escape.



Water is taken in through the root hairs.



ÁGUA E CARBONO NAS PLANTAS

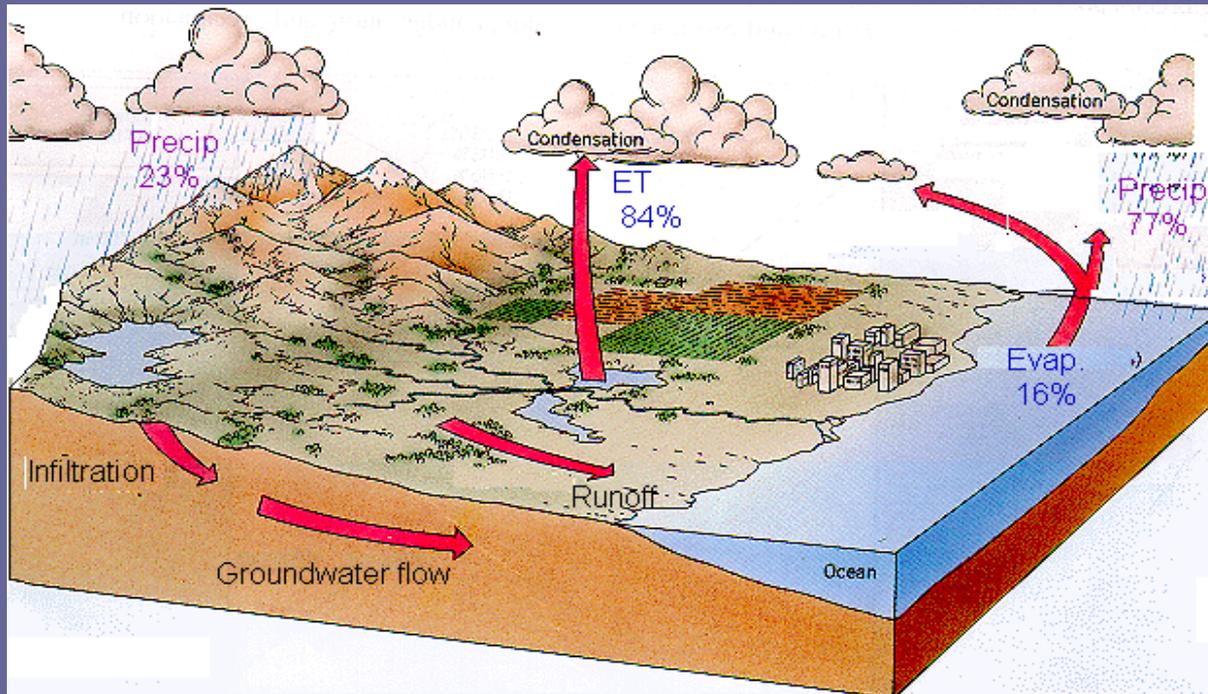


MMM! A YUMMY
LOOKING PACKAGE OF
STORED ENERGY
FROM THE SUN

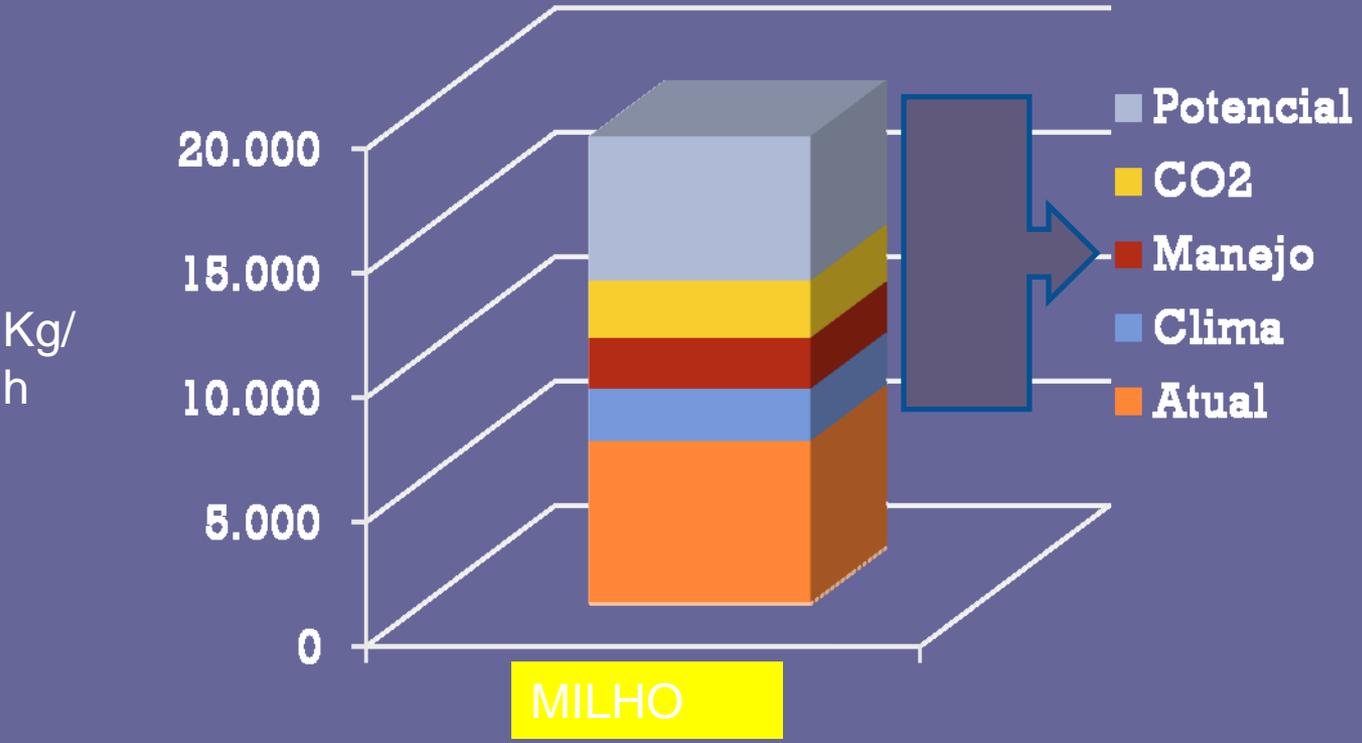
THE GLUCOSE THAT
THIS PLANT MADE FROM
SUNLIGHT, CARBON DIOXIDE,
AND WATER, WILL SURE
COME IN HANDY

DESAFIOS

- “More crop (and CO₂ absorbed) per drop”
(FAO)



PRODUTIVIDADE



Desafios

Escala

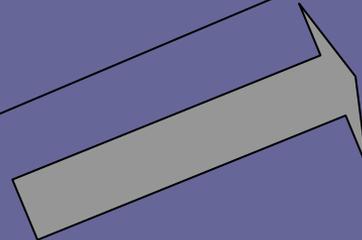
Desafios

Escala



Desafios

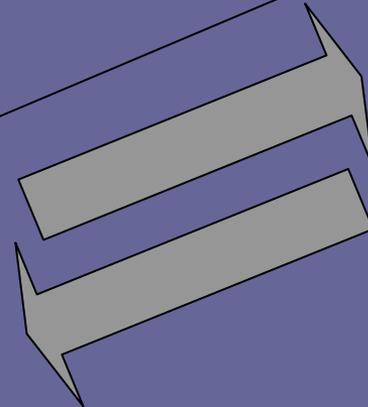
Escala



Complexidade

Desafios

Escala

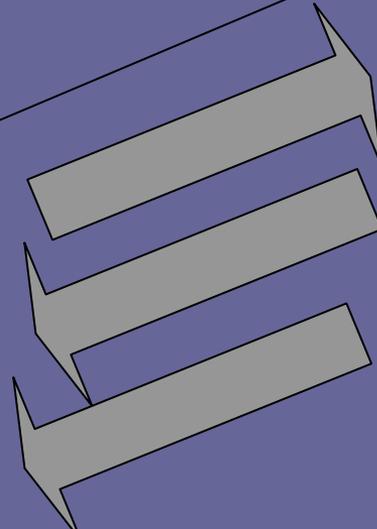


Complexidade

Disponibilidade de dados

Desafios

Escala



Complexidade

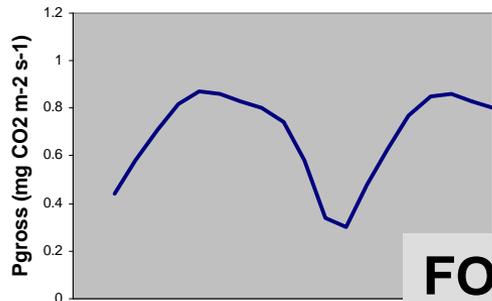
Disponibilidade de dados

Experimentos

ESCALA

A Escala
Correta

Definição temporal



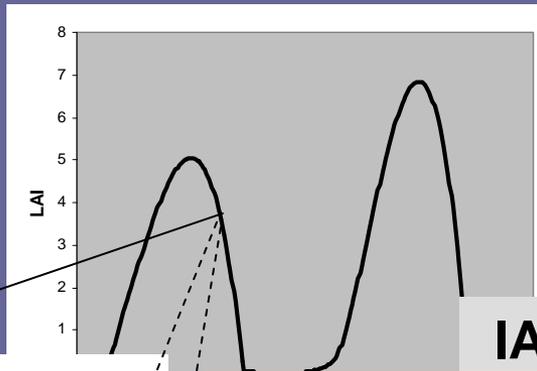
FOTOSSÍNTESES

DIAS

ESCALA

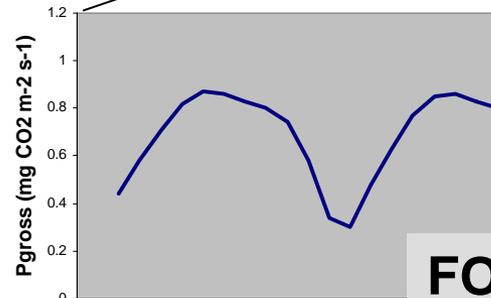
A Escala
Correta

Definição temporal



IAF

Anos



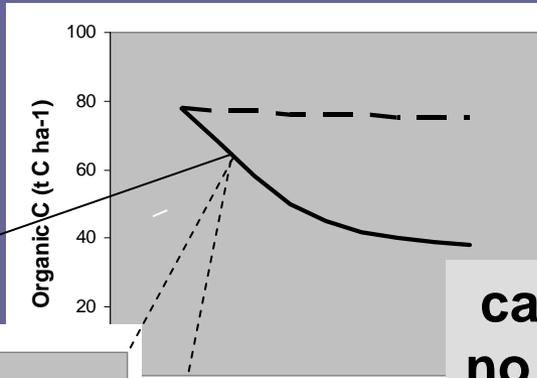
FOTOSSÍNTESES

DIAS

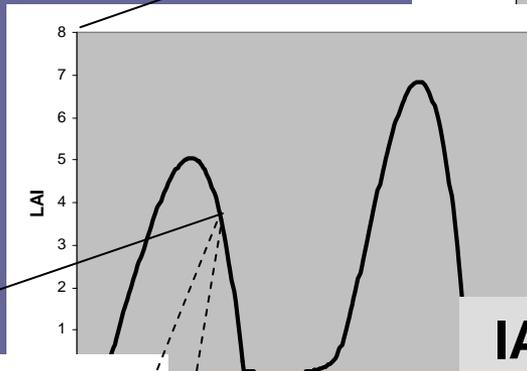
ESCALA

**A Escala
Correta**

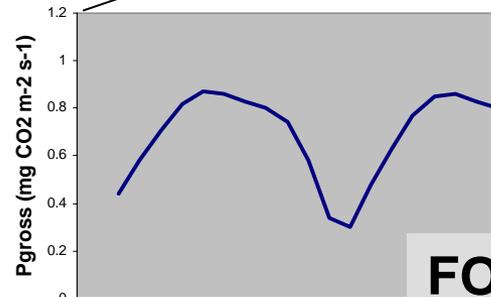
Definição temporal



Década



Anos

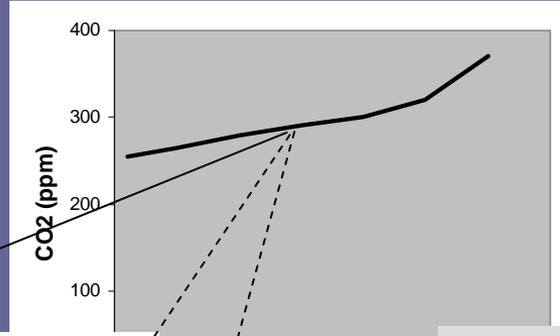


DIAS

ESCALA

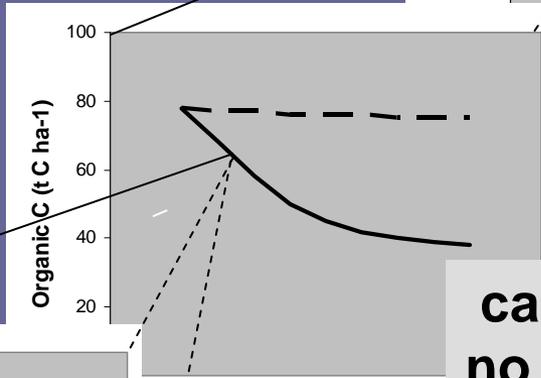
A Escala
Correta

Definição temporal



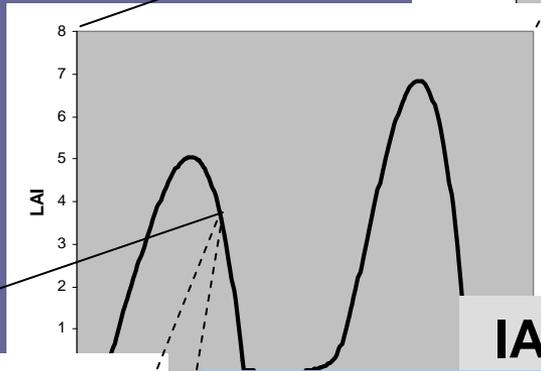
Séculos

CO₂



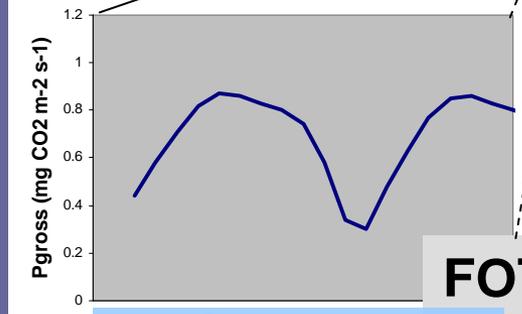
carbono organico
no solo

Década



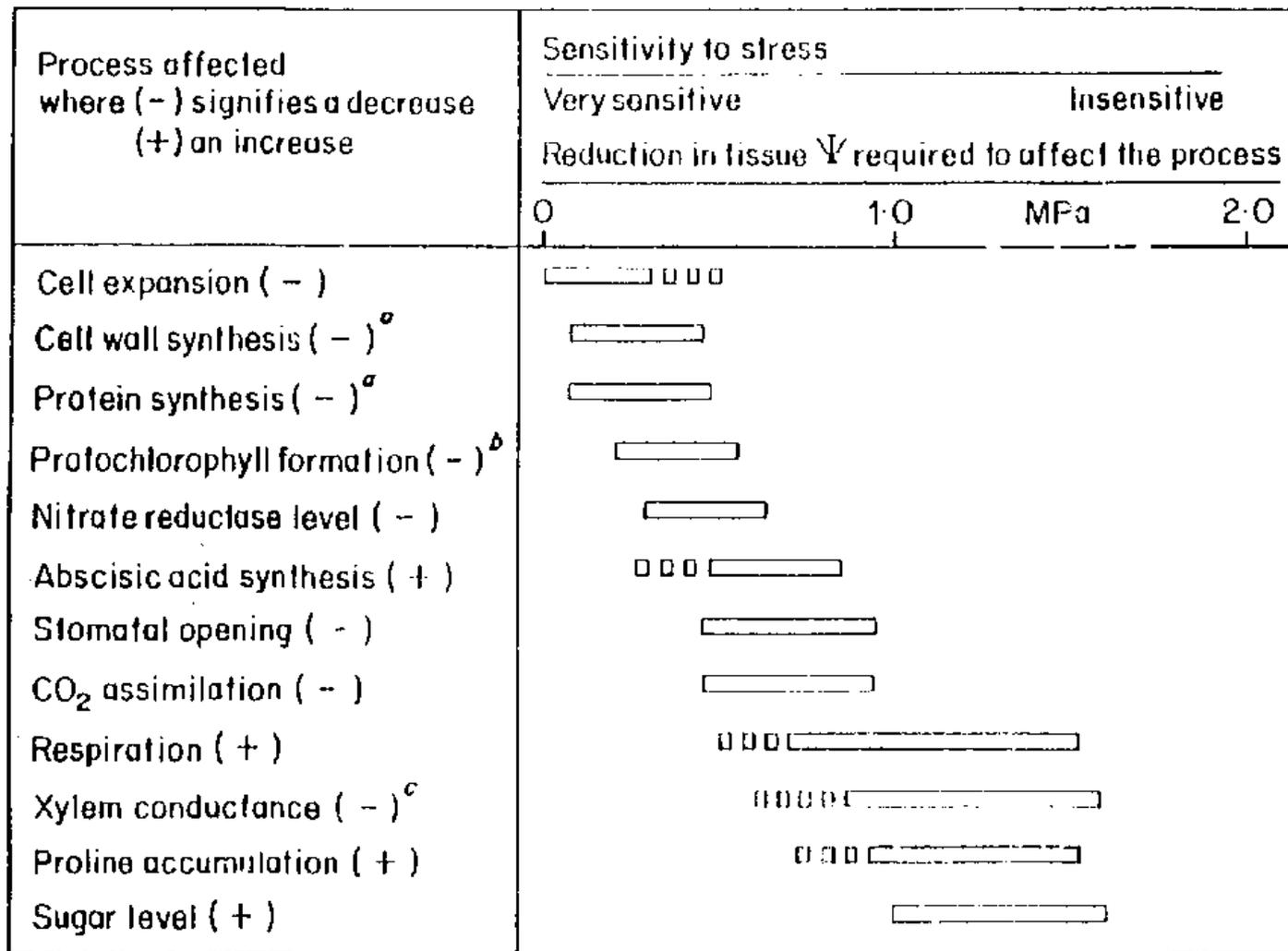
IAF

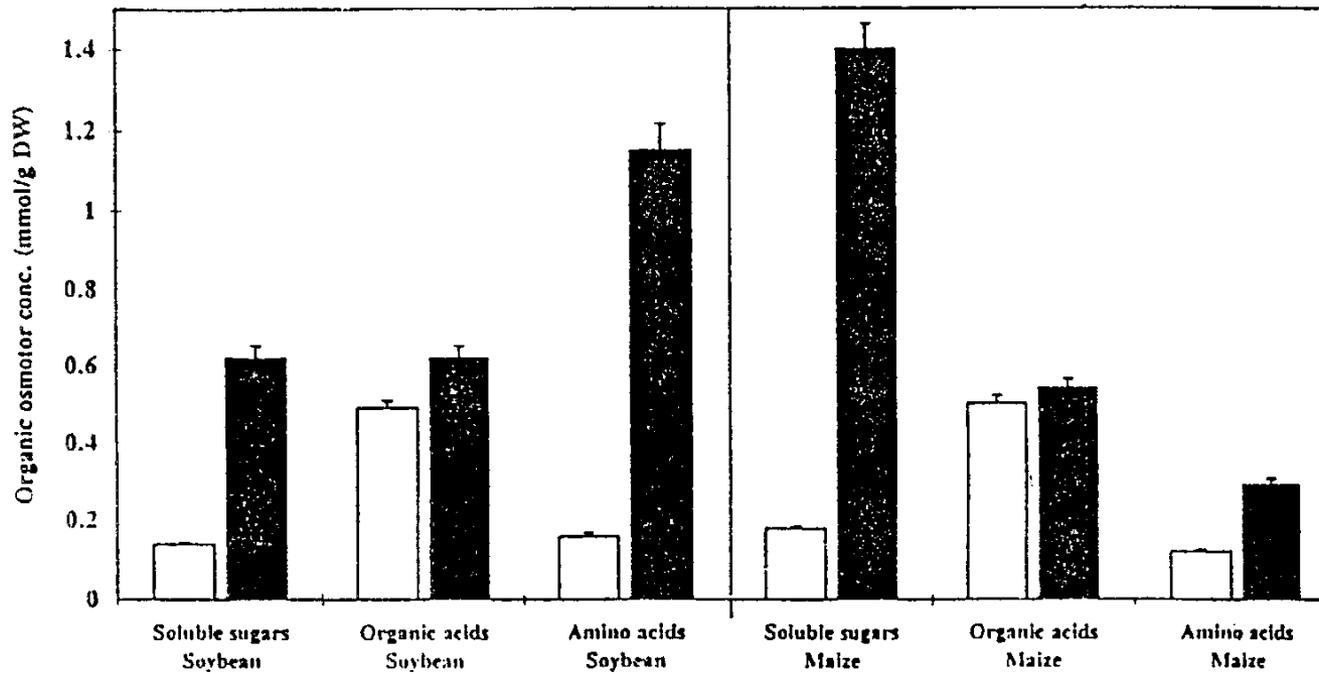
Anos



FOTOSSÍNTESES

DIAS





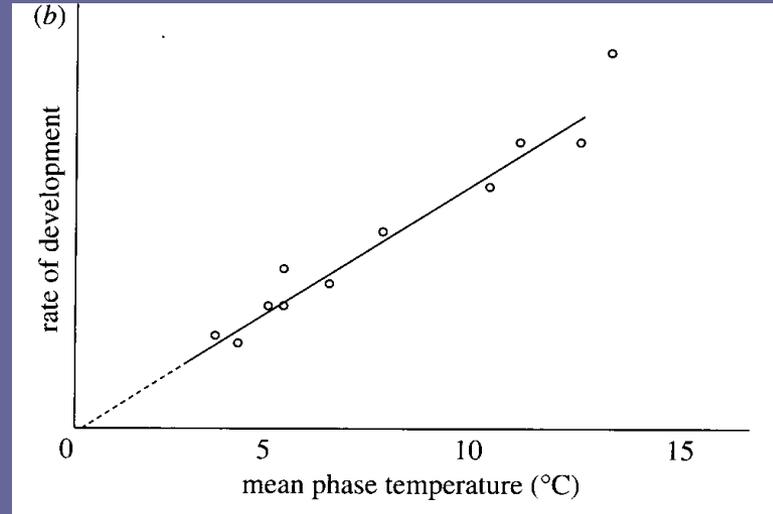
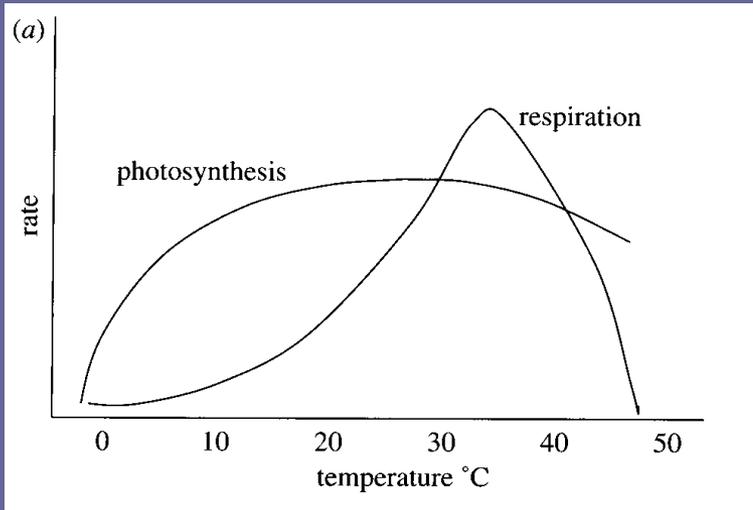
Irrigada

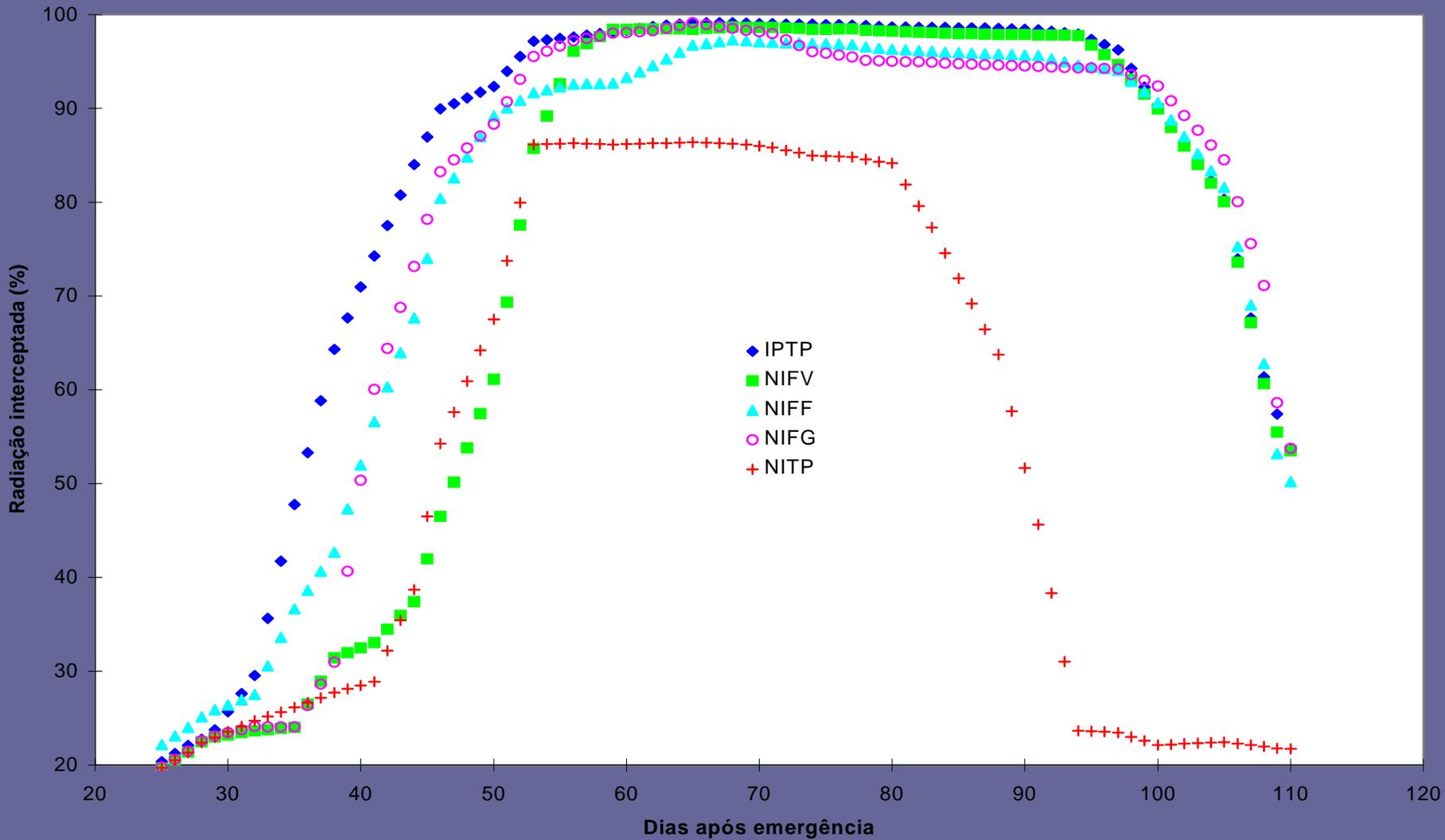


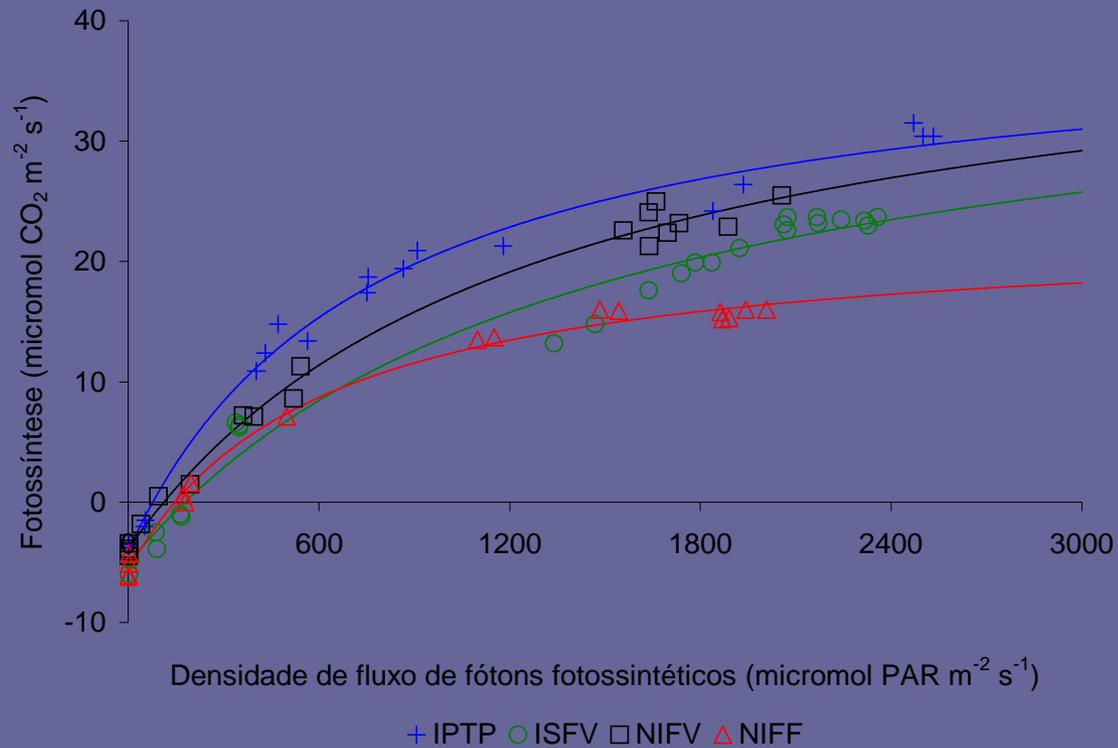
Estresse hídrico

**Coeficiente de temperatura (Q 10) para alguns processos na planta,
medidos em intervalos de 0 a 30 °C**

Processos	Q 10
Difusão de moléculas pequenas em água	1,2 – 1,5
Fluxo de água através da semente	1,3 – 1,6
Movimento de água na germinação de sementes	1,5 – 1,8
Reações de hidrólises catalisadas por enzimas	1,5 – 2,3
Respiração	2,1 – 2,6
Fotossíntese fase clara	$\cong 1$
Fotossíntese fase escura	2,0 – 3,0
Fosfatase	0,8 – 3,0
Potássio	2,0 – 5,0







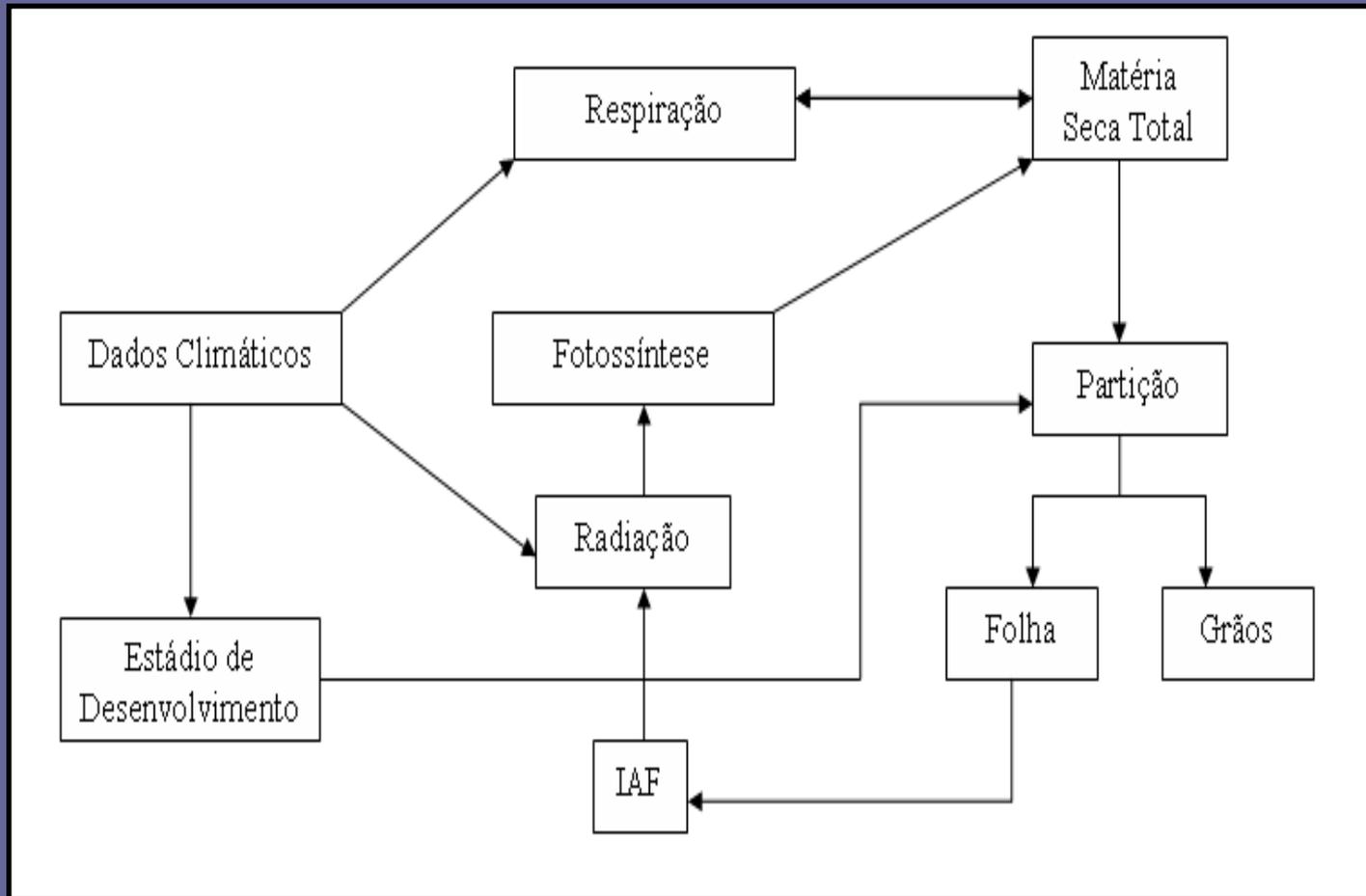
Costa et al., 1998

Tratamentos	<i>EUR</i> ^a (g MJ ⁻¹)	<i>Radiação interceptada</i> (S.f)	<i>Índice de colheita</i> (h)
IPTP ¹	100	100	100
NIFV ²	117	89	106
NIFF ³	103	91	77
NIFG ⁴	104	88	90
NITP ⁵	132	58	84

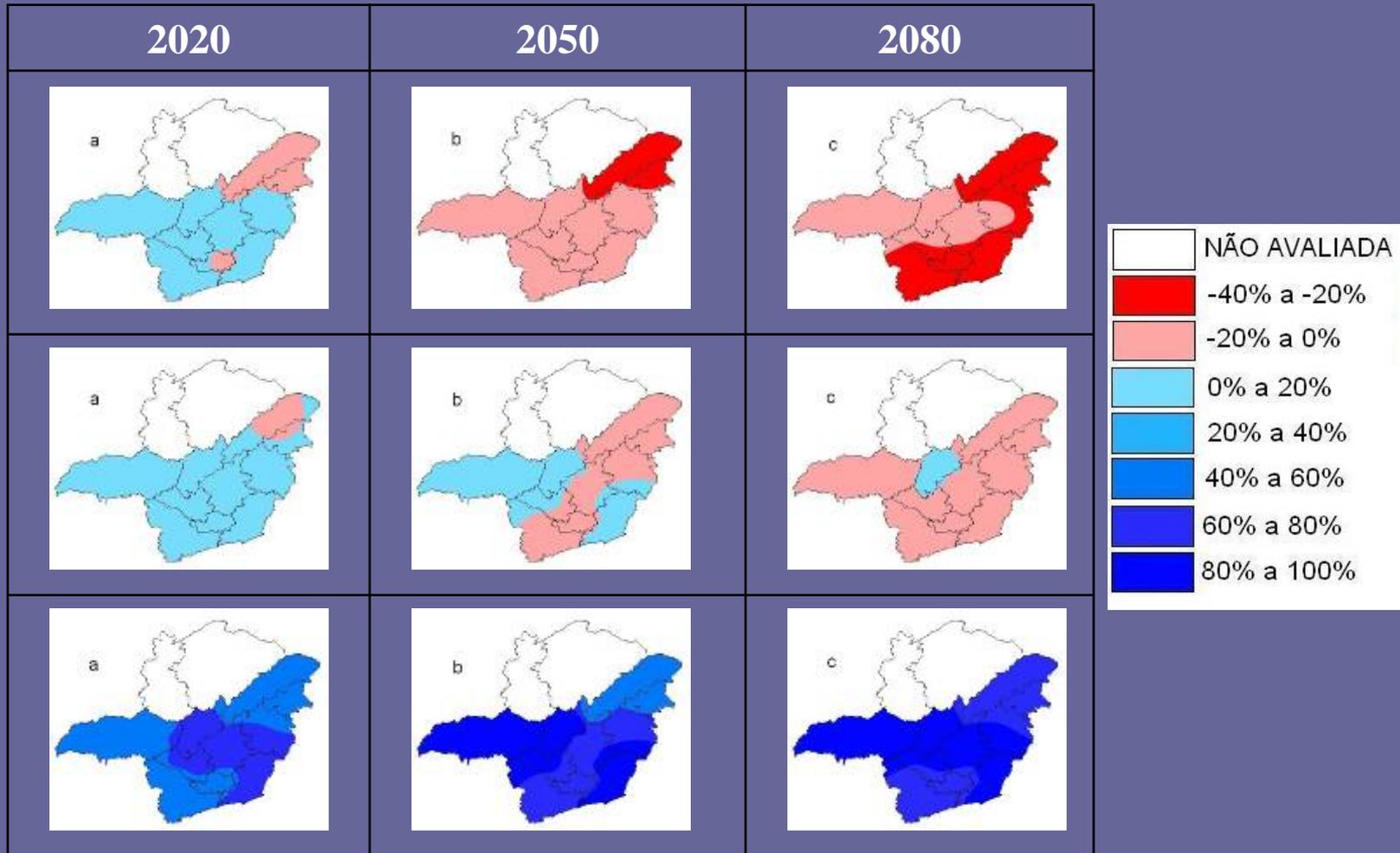
Costa et al., 1998

Ensaio	Tratamento	Fase				
		FV	FF	EG	CT	P. Grãos
1997/98	IPTP	0,8166	1,9423	3,2111	1,7602	0,4287
	ISFV	0,4444	1,0631	2,3896	1,0689	0,3178
	NIFV	1,0863	1,7398	2,2203	1,6247	0,5116
	NIFF	1,1892	5,4686	2,9340	2,6185	0,5594
1998/99	IPTP	0,6584	3,6628	2,0770	1,7957	0,3533
	ISFV	0,2775	1,6976	0,5514	0,6654	0,1715
	NIFV	0,9189	2,6667	4,0800	2,4191	0,7549
	NIFF	0,7163	3,0433	4,2588	2,3352	0,4430

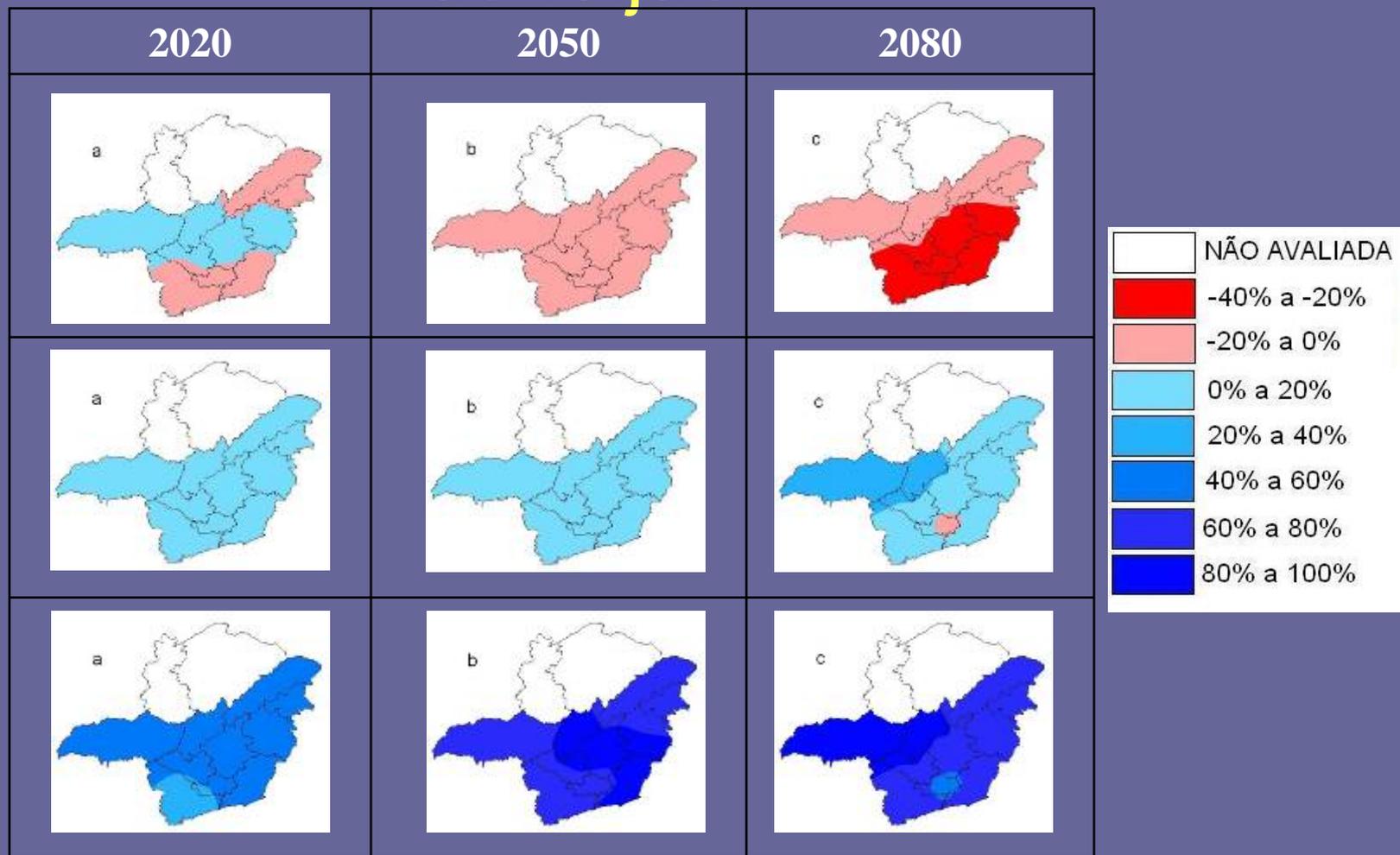
Produtividade Potencial



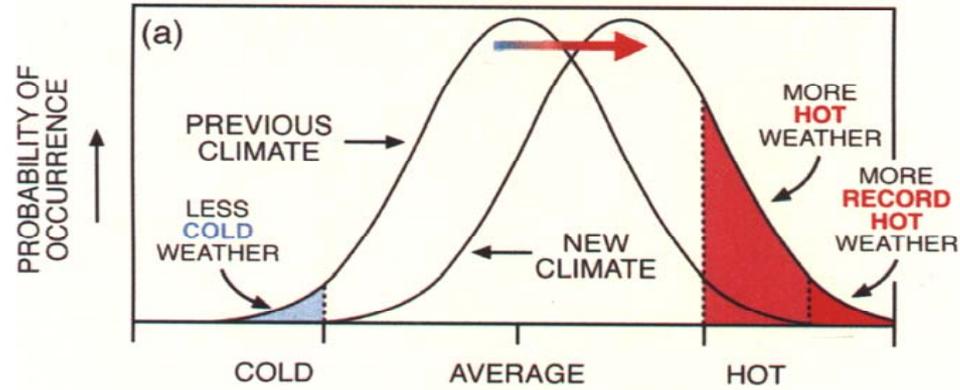
Mudanças Climáticas e produtividade do Milho



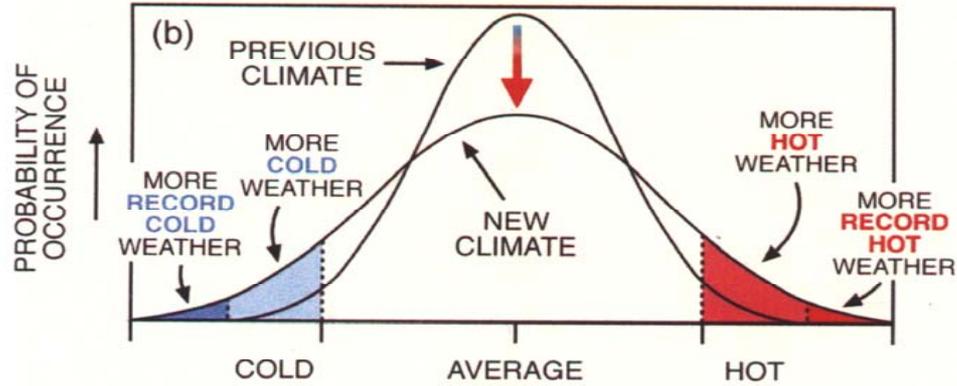
Mudanças climáticas e produtividade do feijão



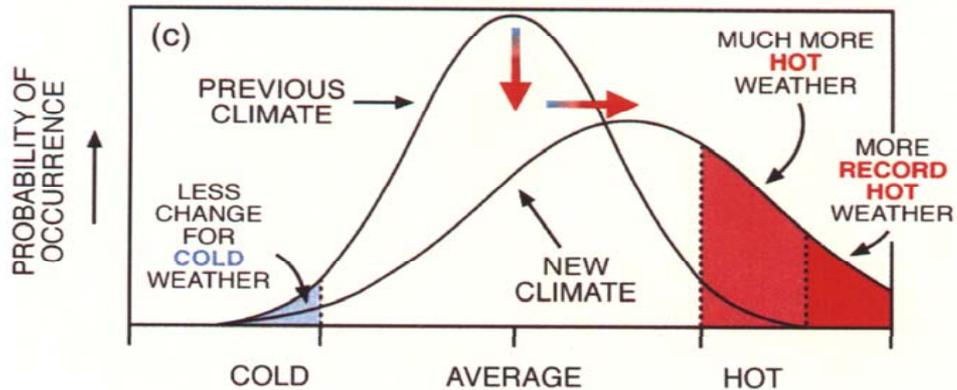
INCREASE IN MEAN



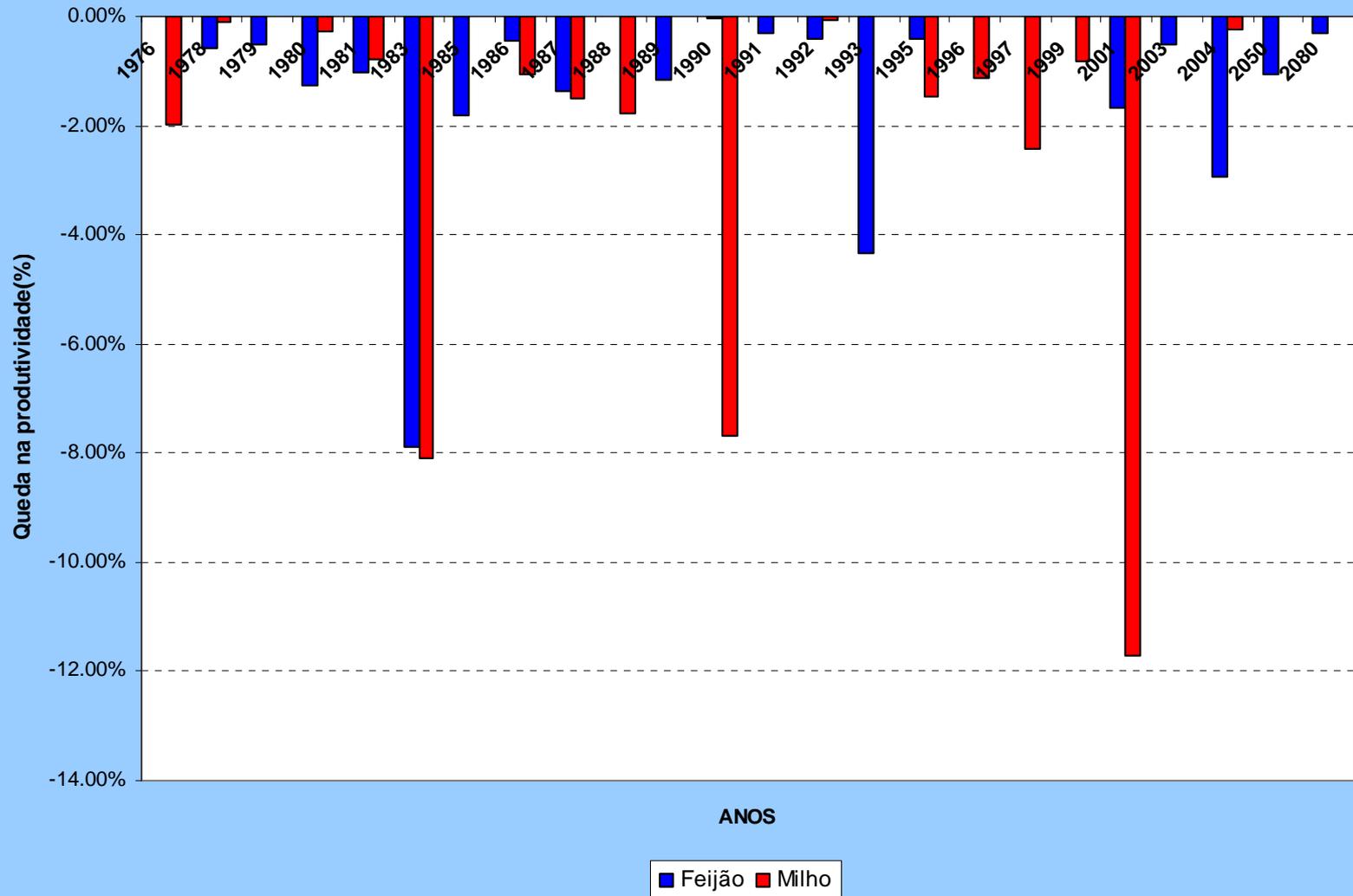
INCREASE IN VARIANCE

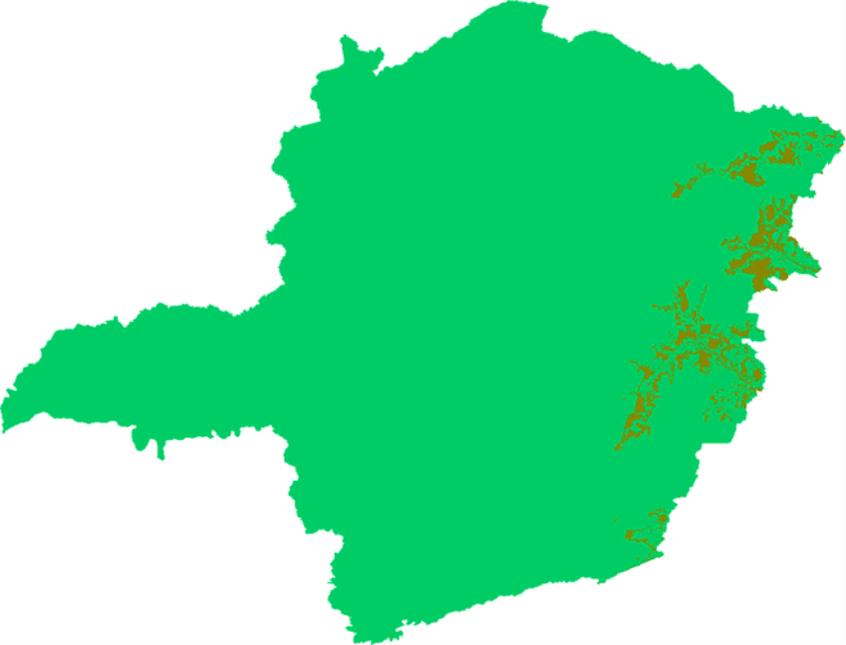


INCREASE IN MEAN AND VARIANCE

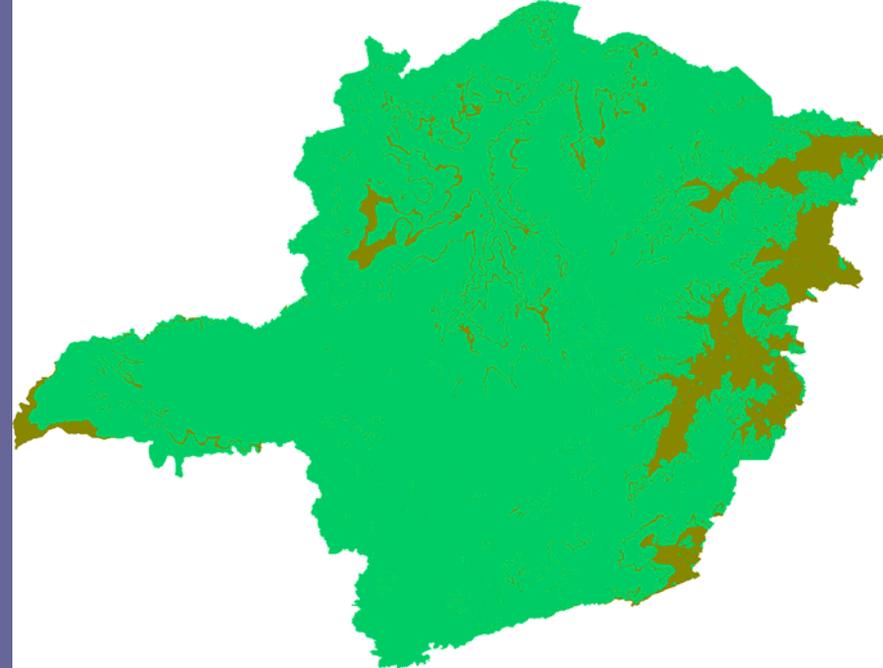


Queda percentual da produtividade devido ao estresse hídrico

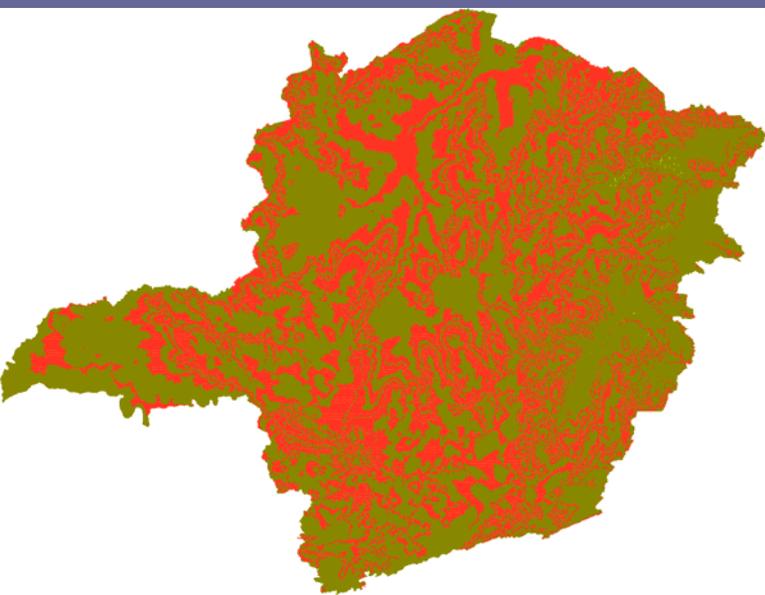




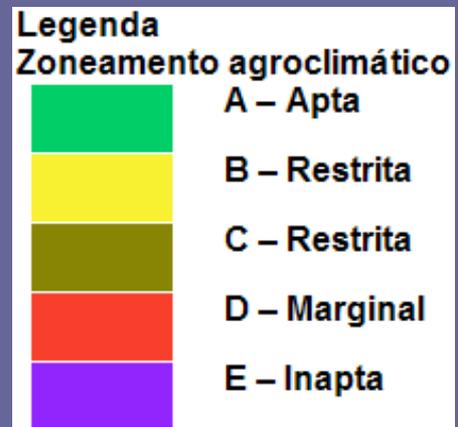
2001-2030



2031-2060

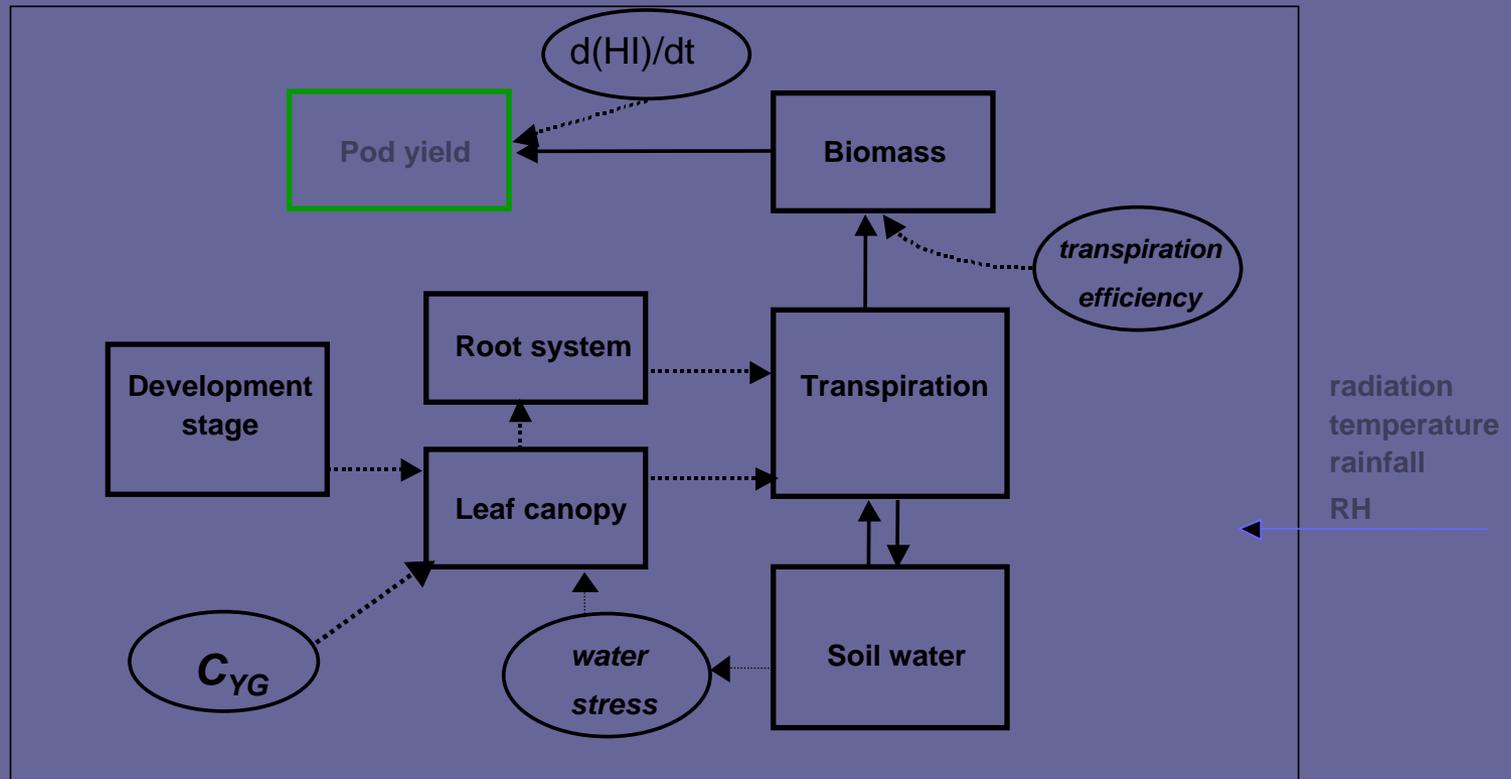


2080



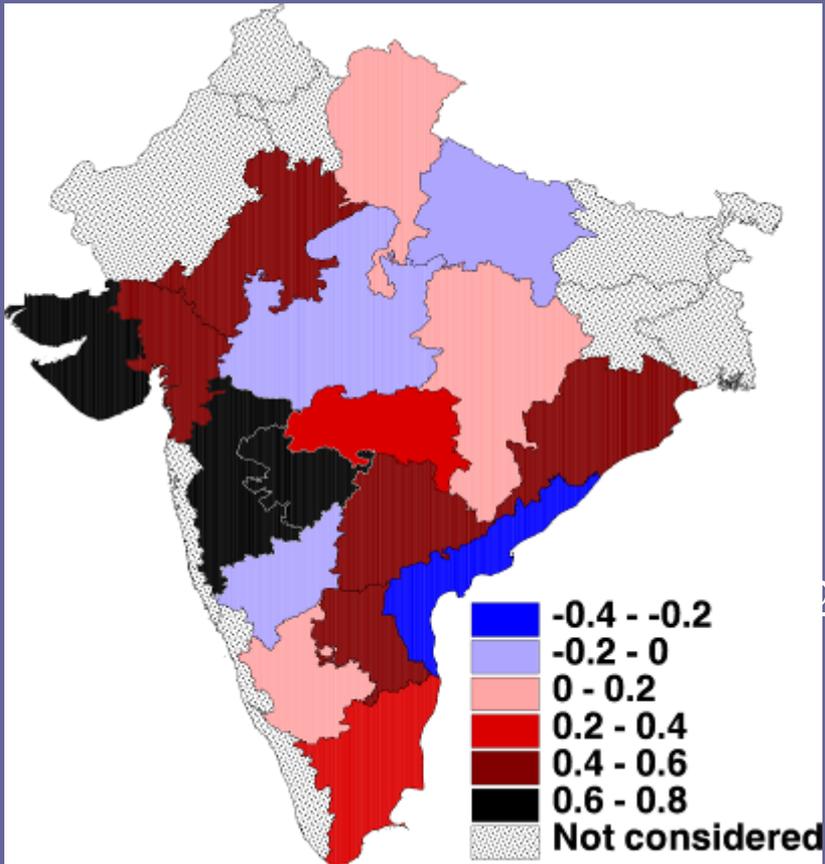
Costa et al., 2007

General Large Area Model for Annual Crops (GLAM)

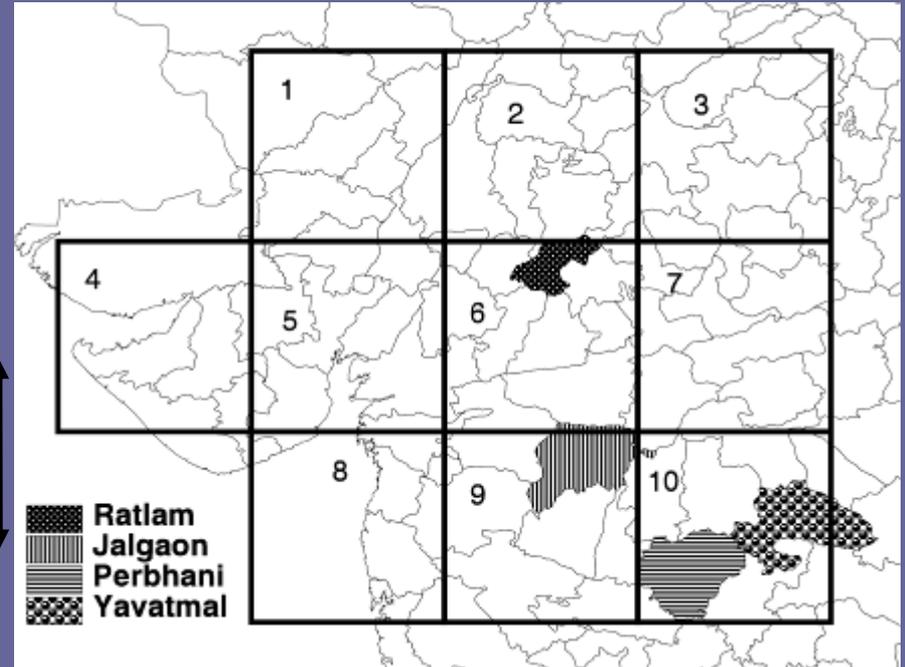


Challinor et al. (2003)

Correlation between June-Dec rainfall and yield



2.5°



Challinor et al. (2003)

CONCLUSÕES

- Ainda existem muitas incertezas sobre o aumento da concentração de CO₂, temperatura e disponibilidade de água nos diversos níveis organizacionais das culturas
- Muito do que se conhece sobre tais respostas ainda é descritiva e não baseado em processos além de serem baseados em respostas de plantas isoladas
- Experimentos e modelos baseados em processos são de fundamental importância para definições de estratégias de adaptação
- As culturas podem modificar seu próprio ambiente
- O Ciclo de água e carbono varia de acordo com o uso do solo e o entendimento de tal relação permite a identificação do potencial de mitigação do efeito estufa bem como o aumento de produtividade das culturas.
- Forçante fisiológica do clima

CONCLUSÕES

- Épocas de plantios mais adequada
- Manejo adequado das culturas
- Desenvolvimento de genótipos que não produzam inibidores do crescimento de folhas em situação de seca, ou que tenham processos de crescimento de folhas insensíveis a estes sinais
- Condutância estomatal e expansão foliar
- Raízes com capacidade de explorar partes mais profundas do solo